



**Soraia Filipa dos Santos Teixeira**

Licenciada em Conservação e Restauro

# **Arte Pública em cerâmica – Estudo para a conservação da obra “Monumento ao Associativismo Popular”**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Conservação e Restauro

Orientadora: Mathilda A. G. Larsson Dias Coutinho

Co-orientadora: Augusta Raquel F. Moniz Lima

Co-orientadora: Márcia Vilarigues

Júri:

Presidente: Prof. Doutora Ana Maria Martelo Ramos

Arguente: Prof. Doutora Maria João de Seixas Melo

Vogal: Prof. Doutora Mathilda A. G. Larsson Dias Coutinho

Monte de Caparica

**Janeiro de 2018**



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

**Soraia Filipa dos Santos Teixeira**

Licenciada em Conservação e Restauro

**Arte Pública em cerâmica – Estudo para a conservação da  
obra “Monumento ao Associativismo Popular”**

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da  
Universidade Nova de Lisboa para obtenção do Grau de Mestre em  
Conservação e Restauro

Orientadora: Mathilda A. G. Larsson Dias Coutinho

Co-orientadora: Augusta Raquel F. Moniz Lima

Co-orientadora: Márcia Vilarigues

Júri:

Presidente: Prof. Doutora Ana Maria Martelo Ramos

Arguente: Prof. Doutora Maria João de Seixas Melo

Vogal: Prof. Doutora Mathilda A. G. Larsson Dias Coutinho

Monte de Caparica

**Janeiro, 2018**

**Arte Pública em cerâmica – Estudo para a conservação da obra “Monumento ao Associativismo Popular”**

Copyright © 2017 Soraia Teixeira

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Universidade Nova de Lisboa

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e edito.

## Agradecimentos

Em primeiro lugar gostaria de agradecer à minha orientadora, Doutora Mathilda Larsson Dias Coutinho pela proposta deste projeto e por toda a dedicação, motivação e simpatia, mesmo nos momentos mais críticos.

À Professora Augusta Lima e à Professora Márcia Vilarigues pelo interesse neste projeto e por toda a disponibilidade na interpretação de resultados e análise ao longo da tese.

À artista Virgínia Fróis pelo interesse e entusiasmo pelo estudo da obra e pela sua preciosa ajuda na compreensão da mesma e disponibilidade para a realização das reproduções dos materiais da obra, e ao Sr. Martins pela ajuda na execução das reproduções.

À Câmara Municipal de Almada e Casa da Cerca – Centro de Arte Contemporâneo pelo interesse no estudo da obra e pela permissão da recolha de amostras dos materiais da obra para a realização do estudo.

Ao Arquivo Histórico da Câmara Municipal de Almada, Centro de Documentação e Informação da Casa da Cerca – Centro de Arte Contemporânea, arquivos da empresa CONSULMAR – Projetistas e Consultores, Lda. e Companhia Nacional de Refractários – ABRIGADA S.A. pela disponibilidade e permissão da consulta da documentação referente à obra. Um especial agradecimento ao Engenheiro Hugo Neves, da ABRIGADA, pela disponibilidade e pela visita à fábrica da ABRIGADA onde se deu a produção da obra.

À Professora Rita Macedo pela disponibilidade e ajuda na elaboração de um guião de entrevista à artista.

À Professora Rita Branquinho, da Unidade de Investigação CENIMAT | i3N, por ter possibilitado e realizado as análises por Microscopia Confocal de Varrimento Laser.

Ao Dr. Nuno Proença, da empresa Nova Conservação, pelo empréstimo do equipamento de ultrassons para a realização dos ensaios de limpeza mecânica.

À Professora Sara Fragoso pelo empréstimo do equipamento de micro-jato para a realização dos ensaios de limpeza em laboratório e *in situ*.

À Professora Paulina Mata do Departamento de Química da FCT NOVA, pela ajuda na interpretação do funcionamento dos detergentes ecológicos.

Ao Professor Jorge Parola, do Departamento de Química da FCT NOVA, pela ajuda na interpretação do funcionamento dos produtos de limpeza química.

À empresa Innu-Science RH Ltd, UK pela cedência de uma amostra do produto ecológico NU-Biocal para a realização dos estudos de limpeza.

Um agradecimento especial aos meus colegas e amigos que me acompanharam ao longo do meu percurso académico e à minha família por todo o apoio ao longo destes meses de trabalho.



## Resumo

A obra de Arte Pública “Monumento ao Associativismo Popular” de Virgínia Fróis, situada em Almada, é composta por sete elementos escultóricos com projeções de água, inseridos em dois lagos. Os elementos são em cerâmica refratária revestida com engobes coloridos ou vidrado azul turquesa. A superfície da obra encontra-se maioritariamente coberta por incrustações calcárias que impedem o seu usufruto. Neste contexto, pretendeu-se estabelecer uma proposta de metodologia de limpeza para a remoção destas incrustações.

A eficácia dos produtos  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{Na}_3\text{EDTA}$  e Ionex H utilizados em bens culturais e de dois detergentes “ecológicos”, Kalkrent e NU-biocal, foi avaliada em laboratório através da capacidade de dissolução de  $\text{CaCO}_3$ , medida através da perda de massa. A possível nocividade dos produtos mais eficazes,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{Na}_3\text{EDTA}$ , Ionex H e Kalkrent, foi avaliada sobre reproduções dos materiais da obra. Esta consistiu na quantificação da perda de material, na análise das alterações morfológicas e cromáticas ocorridas após a exposição aos produtos, com recurso a microcopia ótica, microscopia confocal de varrimento laser e colorimetria. Os vidrados foram analisados por  $\mu$ -Raman para determinar alterações na estrutura química do vidro. A nocividade variou de acordo com o material, tendo o vidrado sido o substrato mais alterado. O Ionex H apresentou a melhor relação eficácia/nocividade.

A eficácia de três jatos abrasivos - areia, alumina e caroço de pêssigo - foi testada em laboratório sobre amostras de incrustação e a sua nocividade sobre as reproduções. Os jatos foram eficazes, mas nocivos para os substratos. Esta técnica possibilita, porém, uma limpeza controlada revelando bons resultados *in situ* sobre as camadas exteriores das incrustações.

Os testes *in situ* revelaram a necessidade de ajustar as condições de aplicação testadas em laboratório devido às características das incrustações. A proposta de limpeza apresentada combinou métodos químicos e mecânicos, consoante o tipo de substrato e de incrustação.

**Palavras chave:** Arte Pública, cerâmica, incrustações calcárias, métodos de limpeza

**Publicações:** No contexto desta dissertação foi apresentada uma comunicação em *poster* na 9th International Congress on the Application of Raman Spectroscopy in Art and Archaeology intitulada “Characterization and conservation of public art in stoneware: “Monumento ao Associativismo Popular” (Almada, Portugal)”.



## Abstract

The public artwork “Monumento ao Associativismo Popular” by Virginia Fróis, located in Almada, comprises polychrome sculptures, which are connected by water through a fountain jet system, and are displayed in two water pools. The ceramic elements were produced in stoneware coated with coloured slips or with a turquoise blue glaze. A white incrustation covers almost completely the surface of the sculptures severely affecting its value. Cleaning methodologies were evaluated to design a cleaning methodology to remove these incrustations.

The efficacy of products frequently applied on cultural heritage,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{Na}_3\text{EDTA}$  and Ionex H was compared with two “environmental friendly” detergents specific for scale removal, Kalkrent e NU-biocal by measuring the  $\text{CaCO}_3$  dissolution. The potential harmfulness of the most effective products,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{Na}_3\text{EDTA}$ , Ionex H and Kalkrent, was tested on replica produced in collaboration with the artist. Evaluation after the exposure to the products was performed by measuring material loss and by assessing the morphologic and chromatic alterations of the surface by optical microscopy, confocal laser scanning microscope and colorimetry. The alteration of the glass structure of the glaze were evaluated by  $\mu$ -Raman. The results of the harmfulness test indicated that the cleaning methodologies do not affect equally all substrates, being the glaze the most affected. Ionex H presented the best results in terms of efficacy/harmfulness ratio.

For mechanical cleaning dry abrasive blasting jets were tested using three different particles: sand, alumina and peach pit particles. Efficacy was tested on incrustations and harmfulness was tested on replica. All the selected abrasive blasting media caused damage on the surface of the replica. However, due to the precision of this technique it was applied *in situ* to remove the outer layers of the thick incrustations, with good results.

Laboratory and *in situ* results presented some divergence due to specific features of the incrustations, causing the need to adapt the methodologies according to the incrustation type and substrate. Based on the obtained results, a cleaning methodology is proposed which require the combination of mechanical and chemical methods, specific for each type of substrate and incrustation.

**Key words:** Public Art, ceramic, calcareous incrustations, cleaning methodologies

**Publications:** In the context of this dissertation a poster entitled “Characterization and conservation of public art in stoneware: “Monumento ao Associativismo Popular” (Almada, Portugal)” was presented in the 9th International Congress on the Application of Raman Spectroscopy in Art and Archaeology.





## ÍNDICE DE CONTEÚDOS

---

1. Introdução.....	1
1.1. Virgínia Fróis .....	1
1.2. “Monumento ao Associativismo Popular” .....	1
1.3. Estado de conservação .....	2
1.4. Degradação química de materiais cerâmicos em ambiente exterior .....	3
1.5. Formação de incrustações em materiais cerâmicos em ambiente exterior .....	3
1.6. Levantamento de métodos de limpeza para a remoção de incrustações calcárias .....	4
1.7. Objetivos.....	5
2. Materiais e métodos.....	6
2.1. Metodologia .....	6
2.2. Caracterização Material.....	7
2.3. Estudo de métodos para a remoção de incrustações calcárias.....	7
2.3.1. Testes dos métodos de limpeza química em laboratório.....	7
2.3.2. Testes dos métodos de limpeza mecânicos em laboratório .....	11
2.3.3. Testes in situ .....	12
3. Apresentação e Discussão de Resultados.....	13
3.1. Caracterização material.....	13
3.1.1. Materiais da obra: corpo cerâmico, engobes e vidrados .....	13
3.1.2. Incrustações .....	15
3.1.3. Reproduções .....	16
3.2. Estudo de métodos para a remoção de incrustações calcárias.....	16
3.2.1. Avaliação da eficácia dos métodos de limpeza químicos em laboratório .....	16
3.2.1. Avaliação da nocividade dos métodos de limpeza químicos em laboratório .....	17
3.2.2. Avaliação da eficácia dos métodos de limpeza mecânica em laboratório .....	22
3.2.3. Avaliação da nocividade dos métodos de limpeza mecânicos em laboratório.....	22
3.2.4. Teste in situ .....	23
4. Proposta de intervenção .....	27
4.1. Proposta de intervenção para a remoção das incrustações .....	27
5. Conclusão.....	28
6. Referências.....	29



## ÍNDICE DE FIGURAS

---

Figura 1 – Fotografias da obra “Monumento ao Associativismo Popular” de Virgínia Fróis após a inauguração em 1994: a) vista aérea e b) vista geral da obra (imagem cedida pela artista). ....	1
Figura 2 – Estudos preparatórios da obra: a) esboço dos elementos escultóricos e b) maquete em cerâmica, (consultar anexo I Figura II). ....	2
Figura 3 – Fotografias da obra “Monumento ao Associativismo Popular” onde se pode constatar o avançado estado de degradação da obra (Foto: Soraia Teixeira, janeiro de 2017). ....	2
Figura 4 – Esquematização da metodologia. A avaliação da nocividade foi apenas testada em laboratório nos métodos de limpeza que demonstram ser mais eficazes. ....	6
Figura 5 – Design experimental da avaliação da eficácia dos métodos químicos selecionados, testados em laboratório. ....	9
Figura 6 – Aspeto da superfície das reproduções realizadas com a artista: a) engobe vermelho, b) engobe azul, c) branco e d) vidrado azul turquesa. ....	9
Figura 7 - Design experimental da avaliação da nocividade dos métodos químicos selecionados, testados em laboratório. ....	10
Figura 8 - Design experimental da avaliação da eficácia dos métodos mecânicos selecionados, testados em laboratório. ....	11
Figura 9 - Design experimental da avaliação da nocividade dos métodos mecânicos selecionados, testados em laboratório. ....	12
Figura 10 - Macrofotografias das superfícies dos vidrados azul turquesa claro: a) face vidrada de uma Coluna Branca, b) maquete teste produzida pela artista e c) reprodução do vidrado, utilizado no ensaio de nocividade. ....	14
Figura 11 - Microfotografias do corte transversal das amostras de vidrado recolhidas no Marco/Obelisco e Coluna Branca B: a) vidrado (aprox. 200 µm de espessura) sobre engobe branco e b) vidrado (< 500 µm) sobre o engobe aguado azul e engobe branco. ....	14
Figura 12 - Microfotografias das amostras de incrustação em secção transversal polida: a) BRugEsp, b) Rug, c) ACer e d) BFin. ....	15
Figura 13 - Perda de massa por área (mg.cm <sup>-2</sup> ) dos provetes de travertino e de incrustação após aplicação dos diferentes produtos. ....	17
Figura 14 - Perda de massa por área (mg.cm <sup>-2</sup> ) das reproduções de engobe colorido (ENG_A, ENG_V e ENG_B) e das reproduções do vidrado azul turquesa (VID) após a aplicação dos diferentes produtos. ....	18
Figura 15 - Microfotografia da superfície dos provetes VID após ensaio de nocividade: a) antes do ensaio (t=0), b) HNO <sub>3</sub> (t aplic. 10min.), c) Klakrent (t aplic. 60min.), d) Na <sub>3</sub> EDTA (t aplic. 60min.) e e) Ionex H (t aplic. 60min.) ....	19
Figura 16 - Imagens, obtidas por microscopia Confocal, da topografia da superfície dos provetes VID após o ensaio de nocividade: a) antes do ensaio, b) HNO <sub>3</sub> (t aplic. 10min.), c) Kalkrent (t aplic. 60min.), d) Na <sub>3</sub> EDTA (t aplic. 60min.) e e) Ionex H (t aplic. 60min.) ....	20
Figura 17 - Comparação dos espectros obtidos por µ-Raman aos vidrados após o ensaio com o vidrado antes do ensaio. ....	21
Figura 18 - Perda de massa por área (mg.cm <sup>-2</sup> ) das amostras de incrustação (BRug_Esp) após a aplicação dos jatos abrasivos. ....	22
Figura 19 - Perda de massa por área (mg.cm <sup>-2</sup> ) dos provetes de engobe (ENG_A, ENG_V e ENG_B) de vidrado (VID) após a aplicação dos jatos abrasivos. ....	22
Figura 20 – Fotografia do ensaio in situ na incrustação BFin sobre engobe vermelho: a) H <sub>2</sub> O, b) Na <sub>3</sub> EDTA, c) Kalkrent e d) Ionex H. ....	24
Figura 21 – Fotografias do ensaio in situ na incrustação BFin sobre vidrado: a) antes do ensaio; c) Ionex H aos 20 min., c) 40 min., e) 60 min.; e e) controlo com H <sub>2</sub> O destilada aos 60 min. ....	24
Figura 22 – Fotografias da aplicação in situ dos produtos Ionex H e Kalkrent sobre a subcamada da incrustação AEmp presente no vidrado: a) H <sub>2</sub> O destilada (3h), b) Kalkrent (3h), c) Ionex H (3h), d) H <sub>2</sub> O destilada (24h) e e) Ionex H (24h). ....	25

Figura 23 – Fotografia do ensaio in situ com partículas abrasivas sobre às incrustações AEmp, Acer e Rug sobre o vidrado, com partículas de areia (a-c), alumina (d-f) e carroço de pêssago... 26

## ÍNDICE DE TABELAS

---

Tabela 1 - Características e modo de preparação e aplicação dos métodos de limpeza químicos selecionados para o ensaio de eficácia.....	8
Tabela 2 - Resumo das características das partículas abrasivas utilizadas no ensaio de limpeza com micro jato. ....	11
Tabela 3 - Resumo das características e das condições de aplicação dos métodos de limpeza testados in situ, de acordo com o tipo de incrustação e substrato.....	12
Tabela 4 - Composição média do corpo cerâmico e engobes coloridos nas amostras recolhidos in situ (MAP) e nas maquetes teste produzidas pela artista, obtida por $\mu$ -FRX-DE (m/m%, normalizado, n = 3). ....	13
Tabela 5 - Composição média dos vidrados nas amostras recolhidas in situ (MAP) e na maquete teste produzida pela artista, obtida por $\mu$ -FRX-DE (m/m%, normalizado, n = 3).....	15
Tabela 6 - Composição média das reproduções nos engobes e vidrado azul turquesa, obtida por $\mu$ -FRX-DE (m/m%, normalizado, n = 3).....	16
Tabela 7 - Classificação dos produtos testados quanto à eficácia na remoção de $\text{CaCO}_3$ dos suportes de travertino e amostras de incrustação BRug_Esp. ....	17
Tabela 8 – Média da cor inicial dos provetes e média da variação total de cor ( $\Delta E$ ) após o ensaio de nocividade dos métodos químicos sobre os provetes de engobe e vidrado e respetivo desvio padrão. ....	19
Tabela 9 - Classificação da nocividade dos produtos, $\text{HNO}_3$ , Kalkrent, $\text{Na}_3\text{EDTA}$ e Ionex H, testados em laboratório nos provetes de engobe e vidrado. ....	21
Tabela 10 - Classificação da eficácia do micro jato abrasivo com diferentes partículas abrasivas testadas em laboratório nas amostras de incrustação BRug_Esp.....	22
Tabela 11 - Média da cor inicial dos provetes e média da variação total de cor ( $\Delta E$ ) após o ensaio de nocividade dos jatos abrasivos sobre os provetes de engobe e vidrado e respetivo desvio padrão. ....	23
Tabela 12 - Classificação da nocividade das partículas abrasivas testadas em laboratório na incrustação BRug_Esp.....	23
Tabela 13 - Média da variação total de cor ( $\Delta E$ ) após o ensaio in situ na incrustação Bfin sobre o engobe respetivo desvio padrão. ....	24
Tabela 14 - Média da variação total de cor ( $\Delta E$ ) e respetivos desvios padrão, após os ensaios in situ no vidrado com os produtos químicos: Ionex H e Kalkrent. ....	25
Tabela 15 - Classificação da eficiência dos métodos mecânicos testado in situ nos diferentes tipos de incrustação e substrato. ....	25
Tabela 16 - Classificação da eficiência dos métodos mecânicos testado in situ nos diferentes tipos de incrustação e substrato. ....	26
Tabela 17 - Metodologia proposta para a remoção das incrustações calcárias, de acordo com o tipo de incrustação e substrato. ....	27

# 1. INTRODUÇÃO

Neste trabalho foi estudada a obra de Arte Pública “Monumento ao Associativismo Popular” (MAP)<sup>1</sup>, de Virgínia Fróis, inaugurada no Feijó (Almada) em 1994 (Fig. 1). A obra é propriedade Câmara Municipal de Almada e encontra-se à responsabilidade da Casa da Cerca – Centro de Arte Contemporânea<sup>2</sup>. Atualmente encontra-se em mau estado de conservação estando maioritariamente coberta com incrustações esbranquiçadas e com o sistema de circulação inativo impedindo a compreensão e usufruto do *monumento*.



**Figura 1** – Fotografias da obra “Monumento ao Associativismo Popular” de Virgínia Fróis após a inauguração em 1994: a) vista aérea e b) vista geral da obra (imagem cedida pela artista).

## 1.1. Virgínia Fróis

Virgínia Fróis nasceu em Rio Maior (Santarém) no ano de 1954. Iniciou os seus estudos artísticos no Curso de Cerâmica da Escola de Artes António Arroio. Em 1988 licenciou-se em Escultura pela Faculdade de Belas Artes da Universidade de Lisboa (FBAUL), onde é atualmente professora associada. No campo da Arte Pública, a sua produção artística caracteriza-se pelo uso da cerâmica.

## 1.2. “Monumento ao Associativismo Popular”

O *monumento* resultou da decisão da Câmara Municipal de Almada de homenagear o movimento associativista da cidade de Almada, tendo em 1993 aberto o “Concurso de ideias para o Monumento ao Associativismo Popular” no qual era exigido aos participantes que os seus projetos fossem ao encontro “de forma clara à ideia do Associativismo e bem assim à sua grande importância no Concelho de Almada”. A 12 de abril de 1993 foi atribuído o 1º prémio ao projeto apresentado pela artista (Fig. 2).

A artista pretendeu evocar e celebrar o movimento associativo através de sete elementos escultóricos<sup>3</sup> – quatro *Colunas Brancas com face azul turquesa*, o *Cálice Coluna*, o *Marco/Obelisco* e a *Coluna Torta* – ligados por água em movimento (Fig. 1b). A água é o elemento identitário da obra – “A ÁGUA ELEMENTO ACTIVO VEÍCULO DE IDEIAS GERADORA DE PROJECTOS” – e os elementos cerâmicos condutores deste movimento – “AS FORMAS ORIENTAM A ÁGUA ESTABELECEM MARCOS LUGARES DE ORIGEM”<sup>4</sup>. Os elementos escultóricos em cerâmica refratária<sup>5</sup> são revestidos com

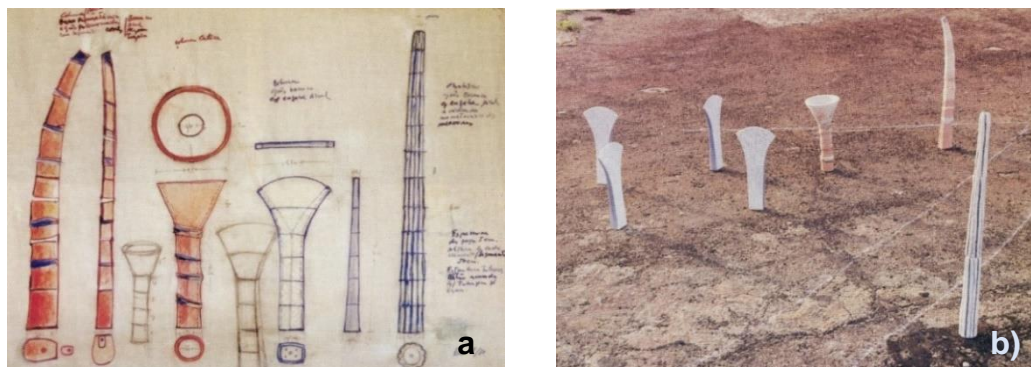
<sup>1</sup> Relatório de caracterização da obra no Anexo I.

<sup>2</sup> Diretora do Centro de Arte Contemporânea Ana Isabel Ribeiro.

<sup>3</sup> Fotografia mais detalhadas dos elementos escultóricos na Figura I do Anexo I.

<sup>4</sup> Frases da artista inscritas no muro da obra MAP.

engobes<sup>6</sup> coloridos (*azul, vermelho, branco e castanho*) e vidrados<sup>7</sup> alcalinos azul turquesa, criando superfícies vibrantes através da sua riqueza cromática, textural e gráfica que marcam e convidam o público à celebração do movimento associativista. Durante a entrevista realizada à artista, evidenciou-se a importância do material escolhido para a realização da obra, a da cerâmica, não só pelas suas propriedades materiais (estéticas, elevada resistência e durabilidade), mas também pelo simbolismo do processo de produção cerâmica, utilizando “os elementos da cerâmica para que sejam metáfora da própria obra”.



**Figura 2** – Estudos preparatórios da obra: a) esboço dos elementos escultóricos e b) maquete em cerâmica, (consultar anexo I Figura II).

### 1.3. Estado de conservação<sup>8</sup>

Atualmente a obra encontra-se em mau estado de conservação (Fig.3), tendo sido identificadas diferentes patologias tais como: lacunas, escorrências, graffiti, colonização biológica e incrustações esbranquiçadas sobre a superfície (cf. Anexo III – Figura VI). As incrustações são a forma de degradação mais grave cobrindo a quase totalidade da superfície dos elementos escultóricos (cf. Anexo III – Figuras VII, VIII e IX). Estas impossibilitam a verdadeira perceção da riqueza cromática, textural e gráfica projetada pela artista. Por outro lado, o não funcionamento do sistema de circulação de água entre os elementos, impede a compreensão e usufruto do *monumento*. Presentemente, e citando a artista, “o monumento é uma ruína”<sup>9</sup> e a sua degradação representa uma relevante perda para a comunidade Almadense e para a sua história.



**Figura 3** – Fotografias da obra “Monumento ao Associativismo Popular” onde se pode constatar o avançado estado de degradação da obra (Foto: Soraia Teixeira, janeiro de 2017).

<sup>5</sup> Ver Anexo II – Glossário.

<sup>6</sup> Ver Anexo II – Glossário.

<sup>7</sup> Ver Anexo II – Glossário.

<sup>8</sup> Diagnóstico do Estado de Conservação no Anexo III.

<sup>9</sup> Comentário de Virgínia Fróis durante a entrevista transcrita no Anexo IV.



#### 1.4. Degradação química de materiais cerâmicos em ambiente exterior

A cerâmica tradicional é um material inorgânico não-metálico produzida a elevadas temperaturas a partir de argila (silicatos de alumina hidratados). A suscetibilidade dos materiais cerâmicos à degradação depende também de fatores intrínsecos, nomeadamente da sua composição. No caso da obra em estudo os elementos escultóricos foram realizados em cerâmica de grés<sup>10</sup>, que se caracteriza por ser refratária devido à sua composição rica em alumina e ao elevado grau de vitrificação [1]. Dada a sua elevada resistência física, térmica e química, este tipo de cerâmica tem utilização na indústria onde é submetida a elevadas temperaturas ou está em contacto com substâncias corrosivas. Assim, os estudos da degradação por corrosão ou abrasão da cerâmica refratária são efetuados em condições extremas a temperaturas elevadas [1, 2].

A cerâmica pode apresentar dois tipos de revestimentos sobre na superfície: engobes e vidrados. Os engobes são revestimentos à base de argila que são aplicados sob forma de pasta sobre a superfície, com o objetivo de conferir uma coloração, brilho e/ou textura distinta do substrato [1,3]. No caso da obra em estudo os engobes foram produzidos tendo como base na pasta cerâmica refratária utilizada no corpo cerâmico ao qual foram adicionado óxidos colorantes. Relativamente aos revestimentos vítreos ou vidrados, estes são maioritariamente constituídos por vidro podendo também apresentar fases cristalinas. O vidro é um sólido inorgânico amorfo sem estrutura periódica ordenada a longa distância e que apresenta uma região de transformação vítrea. Os vidros silicatados alcalinos são principalmente constituídos por sílica, o formador de rede, por fundentes (p. ex.  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  ou  $\text{Li}_2\text{O}$ ) e por estabilizadores de rede (p. ex.  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ou  $\text{ZnO}$ ) [4]. A superfície dos vidros e vidrados silicatados alcalinos, quando em contacto com soluções aquosas, sofrem alterações químicas a nível da composição e da estrutura, que resultam de um mecanismo de corrosão em duas etapas: etapa I) interdifusão iónica entre os iões alcalinos e alcalino terrosos presentes no vidro e o ião  $\text{H}^+$ , decorrente da dissociação de água molecular; etapa II) hidrólise das ligações silício-oxigénio, catalisada pelos iões hidroxilo em solução, o que leva à dissolução da rede de sílica. A etapa I ocorre preferencialmente em meio ácido e origina a formação de uma camada superficial hidratada rica em sílica. A etapa II é predominante em meio básico ( $\text{pH} \geq 9$ ) e a superfície converte-se numa camada de sílica-gel [4].

#### 1.5. Formação de incrustações em materiais cerâmicos em ambiente exterior

A deposição e a acumulação de matérias exógenas na superfície de bens culturais em ambiente exterior pode ter diferentes características consoante a sua natureza e aderência ao substrato, podendo ser denominadas como sujidade, depósito, incrustação, crosta ou concreção de acordo com o glossário ICOMOS-ISCS: *Illustrated glossary on stone deterioration patterns* [5]<sup>11</sup>.

A composição destas matérias exógenas depende das condições a que o objeto está sujeito. Segundo a literatura [6], as matérias exógenas podem ser compostas por sais insolúveis, como carbonatos de cálcio e sulfatos, crostas de aluminossilicatos contendo sais solúveis (cloretos, fosfatos e nitratos) assim como outras espécies inorgânicas (iões de ferro, magnésio e cobre e/ou sulfitos negros), para além de vestígios de colonização biológica e materiais de intervenções de restauro.

---

<sup>10</sup> Ver Anexo II Glossário

<sup>11</sup> A autora adoptou este glossário uma vez que não existe um glossário específico para objetos de cerâmica e vidro relativamente ao tópico em questão.

O termo incrustação pode definir-se como uma acumulação coesa e compacta, geralmente de origem inorgânica fortemente aderida ao substrato. Este termo é normalmente utilizado quando a acumulação é resultante de infiltrações de água seguidas de precipitação de sais (p. ex. incrustações de calcite). As incrustações calcárias são muito frequentes em objetos de cerâmica ou vidro, ocorrendo tanto em objetos localizados no exterior como em ambientes de enterramento ou marinhos, devido à presença de cálcio e/ou carbonato de cálcio na água [7,8]. A formação do carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) pode ser expressa através das reações 1 a 4 [9]:



A presença destes materiais sobre a superfície de um objeto pode interferir ou impedir a leitura do mesmo, afetando o seu valor histórico, social ou artístico [6].

### 1.6. Levantamento de métodos de limpeza para a remoção de incrustações calcárias

A limpeza de bens culturais tem como principal objetivo a remoção de materiais exógenos, de forma a melhorar a sua leitura e a estabilizar quimicamente os objetos [10]. Contudo a limpeza é um processo irreversível, pois implica a remoção de material, podendo induzir danos irreparáveis. Sendo assim, é necessário procurar um equilíbrio entre eficácia e a mínima interferência com a superfície do objeto [11]. A remoção de incrustações calcárias em cerâmicas e vidros pode ser realizada através de diferentes métodos de limpeza, que podem ser categorizados em dois tipos: mecânicos e químicos.

Nos métodos de limpeza mecânicos mais convencionais a ação mecânica é feita através da utilização de ferramentas de precisão - bisturi, brocas de dentista, micro-raspadores, escovas de fibra de vidro e cerda dura e/ou cinzéis - ou de sistemas com partículas abrasivas, aplicadas em creme, em suporte de papel ou filme, ou ainda através de jatos de ar abrasivos [6,11,12]. Para além destas técnicas, existem ainda a técnica de ultrassom e a limpeza induzida por laser. A primeira pode ser realizada em banho de ultrassom ou com ferramentas de precisão (p. ex. micro-raspador de dentista). A vibração mecânica transmitida causa a separação entre a incrustação e o substrato devido à ressonância absorvida [13]. A limpeza induzida por laser funciona através da interação do feixe de laser com o material causando a ablação do material superficial, através da sua evaporação ou sublimação [14]. Esta técnica permite um controlo preciso da quantidade de material que se quer remover, uma vez que as resoluções espaciais são rigorosas e possui uma grande precisão de profundidade [14].

Os métodos de limpeza químicos, também denominados por limpeza por via húmida, consistem geralmente no uso de soluções ou outras substâncias, aplicadas através de imersão, gota-a-gota ou em gel ou pacho. Os produtos mais utilizados em cerâmica e vidro são soluções ácidas e/ou agentes quelantes, tendo também sido testados pontualmente em limpeza de cerâmicas as resinas de troca iónica [6,11].

O uso de soluções ácidas é o tratamento mais comum para a remoção de incrustações de carbonato de cálcio, sulfatos de cálcio e silicatos em cerâmica arqueológica e limpeza de vitrais [8,11]. A sua ação consiste na dissolução das incrustações calcárias ou silicatos. Os ácidos com maior

aplicação são: ácido acético, nítrico, clorídrico, oxálico, cítrico e tartárico [8,12,15,16], sendo que os ácidos cítrico e tartárico são referenciados na literatura como pertencentes à classe dos agentes quelantes [15].

O princípio de funcionamento dos agentes quelantes é a capacidade de sequestrar espécies de íons metálicos particulares, formando complexos quelantes solúveis em água [6,11]. Os agentes quelantes mencionados na literatura incluem o ácido etileno-diamino-tetra-acético (EDTA) e polifosfatos, assim como ácidos orgânicos, nomeadamente os ácidos cítrico e tartárico [11].

As resinas de troca iônica são constituídas por uma matriz polimérica, normalmente sob a forma de pequenas esferas porosas, com multiplicidade de superfícies e uma estrutura reticulada tridimensional complexa insolúvel em água. Os grupos funcionais possuem íons de fraca ligação, para permitir a troca destes íons com íons do material a remover. Estas resinas permitem a realização de trocas iônicas seletivas, quer de cátions quer de aniões [6,11]. A remoção de incrustações calcárias requer a utilização de uma resina catiónica, cujo catião irá substituir o catião  $\text{Ca}^{2+}$  presente na incrustação. As resinas de troca iônica representam uma surpreendente possibilidade de aplicação no campo da conservação e restauro em especial na limpeza de superfícies. As principais vantagens deste tipo de material são a possibilidade de adaptação a cada tipo de sujidade/depósito, a sua estrutura insolúvel em água e a possibilidade de reciclagem/reutilização.

Designam-se por detergentes ecológicos aqueles que conseguem promover o processo de detergência, (remoção de sujidades, através da sua suspensão, dissolução ou emulsão num meio, geralmente líquido), respeitando os seguintes parâmetros: biodegradabilidade, ausência do uso engenharia genética, ausência de substâncias muito tóxicas para o ser humano e para o ambiente e por fim a ausência de micro partículas plástica e nanopartículas [17]. O uso de ácido láctico na formulação de detergentes tem demonstrado melhorar o desempenho da sua ação, quer quando utilizado como regulador de pH, quer como agente de limpeza [18].

Contudo é de salientar que a seleção do método de limpeza depende sempre das características do substrato (propriedades intrínsecas e estado de conservação) e da natureza do material a remover.

### **1.7. Objetivos**

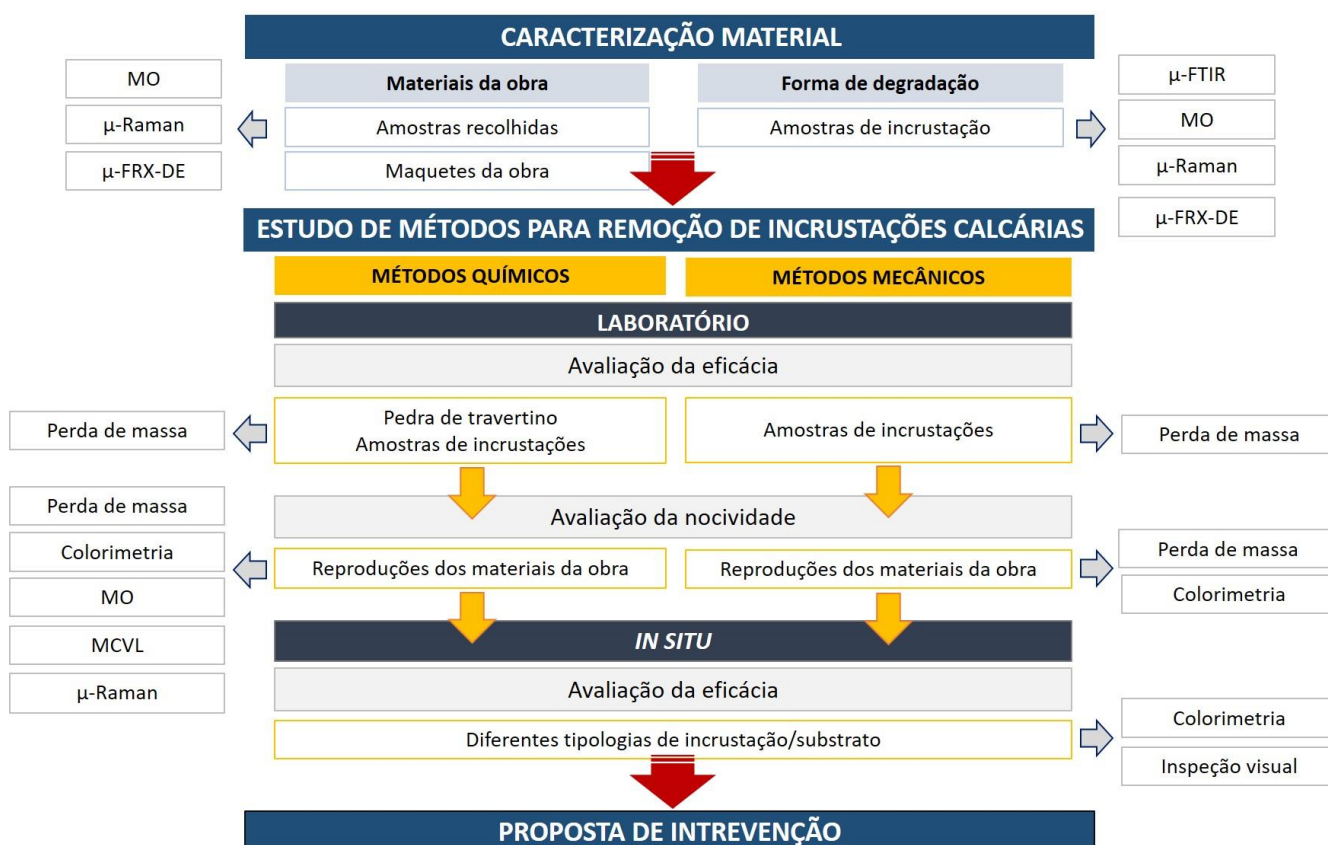
O principal objetivo deste trabalho é o estudo de uma metodologia de limpeza para a remoção das incrustações que revestem os elementos escultóricos, com vista à elaboração de uma proposta de intervenção. Para este fim, foi efetuado o estudo dos aspetos materiais e imateriais do monumento, por forma a determinar os valores que lhe são inerentes, e levado a cabo o diagnóstico detalhado da obra, a fim de caracterizar as formas de alteração e as suas causas.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Metodologia

A metodologia foi definida após o estudo da obra através do levantamento da documentação existente, memória descritiva apresentada com a proposta a concurso, catálogos referentes à inauguração e outros textos de interpretação, bem como documentação fotográfica<sup>12</sup> e de entrevista efetuada à artista<sup>13</sup> de forma a compreender a escolha dos materiais, as técnicas de produção, a intenção artística e a percepção da artista face ao estado de conservação da obra e à sua conservação. Para um melhor entendimento do processo de produção fez-se uma visita à fábrica da ABRIGADA juntamente com a artista e por fim foi consultada a documentação da empresa CONSULMAR, responsável pela instalação da obra<sup>14</sup>. Foi ainda feito um levantamento de todas as formas de alteração e o respetivo mapeamento e documentação fotográfica<sup>15</sup>.

As incrustações foram a principal forma de degradação identificada no diagnóstico e referida pela artista. A metodologia integrou duas partes: a caracterização dos materiais da obra, de maquetes produzidas pela artista e de amostras de incrustação, e o estudo comparativo de métodos para a remoção de incrustações calcárias. Os métodos selecionados foram inicialmente testados em laboratório quando à sua eficácia e, posteriormente, foi testada a sua possível nocividade em reproduções dos materiais da obra. Na Figura 4 encontra-se esquematizado o *design experimental*.



**Figura 4** – Esquematização da metodologia. A avaliação da nocividade foi apenas testada em laboratório nos métodos de limpeza que demonstram ser mais eficazes.

<sup>12</sup> Material facultado num suporte digital (CD-ROM) anexado à tese.

<sup>13</sup> Entrevista completa no Anexo IV

<sup>14</sup> Anexo I

<sup>15</sup> Diagnóstico do Estado de Conservação no Anexo III

## **2.2. Caracterização Material**

A caracterização dos materiais constituintes da obra (corpo cerâmico, engobes e vidrados) foi feita através de análise de maquetes de teste<sup>16</sup> produzidas pela artista aquando a execução da obra e de amostras recolhidas *in situ*<sup>17</sup> (três engobes coloridos vermelho, azul e branco) e dois vidrados azul turquesa (claro e escuro). As técnicas analíticas<sup>18</sup> utilizadas foram; microscopia ótica (MO) para caracterização morfológica, micro-fluorescência de raios X dispersiva de energia ( $\mu$ -FRX-DE) para a caracterização química e microscopia Raman ( $\mu$ -Raman) para a caracterização mineralógica. A análise por  $\mu$ -FRX-DE permitiu determinar a composição elementar dos materiais cerâmicos, tendo sido realizada a quantificação em óxidos através da utilização de padrões de vidro e cerâmica (cf. Anexo I – Tabelas I, II, III, IV e V). As análises das amostras recolhidas na obra foram realizadas em corte transversal e das maquetes diretamente na superfície.

Relativamente às incrustações, a caracterização macroscópica teve em consideração os seguintes parâmetros: cor, espessura, aderência ao substrato e textura da superfície (Anexo III). O objetivo da sistematização e mapeamento das incrustações foi a necessidade de definir uma metodologia de limpeza apropriada para cada tipologia de incrustação. As tipologias dependem do substrato onde se formaram (engobe ou vidrado), do tipo de exposição da superfície à água e localização no elemento escultórico. Com base nestes parâmetros foram distinguidos cinco tipos principais de incrustação<sup>19</sup>: branca rugosa espessa (BRugEsp), amarela empolada (AEmp), rugosa (Rug), amarela cerosa (ACer) e branca fina (BFin). Para a análise foram recolhidas *in situ* amostras das seguintes incrustações<sup>20</sup>: BRug\_Esp, AEmp, ACer, BFin e Rug. A caracterização morfológica microscópica fez-se por MO e a caracterização química mediante análise por  $\mu$ -FRX-DE. A caracterização mineralógica foi realizada por  $\mu$ -FTIR (incrustação moída) e a caracterização da estratigrafia foi feita em secções transversais por  $\mu$ -Raman.

## **2.3. Estudo de métodos para a remoção de incrustações calcárias**

Foram selecionados seis métodos de limpeza química e dois métodos de limpeza mecânica, avaliados em laboratório relativamente à eficácia e à nocividade. Os métodos que demonstraram ser mais eficazes e menos nocivos em laboratório foram testados depois *in situ*.

### **2.3.1. Testes dos métodos de limpeza química em laboratório**

#### **2.3.1.1. Seleção dos métodos de limpeza química**

Para os ensaios de eficácia foram selecionados: um ácido forte ( $\text{HNO}_3$ ), um agente quelante ( $\text{Na}_3\text{EDTA}$ ), uma resina de troca iónica (IONEX H, C.T.S. Espanã Productos y Equipos para la Restauracion S.L.) e dois detergentes comerciais ecológicos específicos para a remoção de incrustações calcárias – NU-Biocal (Innu-Science RH Ltd, UK) e Kalkrent (Pure Effect AB). Testou-se

<sup>16</sup> Fotografias das maquetes no Anexo V

<sup>17</sup> Mapeamentos das áreas de amostragem no Anexo VI

<sup>18</sup> Descrição detalhada dos equipamentos e condições de análise no Anexo VII

<sup>19</sup> Classificação e descrição macroscópica das incrustações resumidas na tabela VII do Anexo III.

<sup>20</sup> Mapeamentos das áreas de amostragem na Figuras XV e XVI e descrição das amostras na Tabela IX do Anexo VI.

ainda um detergente aniônico (Teepol, Tensioquímicos Soluções Integradas de Química e Tecnologia S.A) como controlo.

Devido à elevada rugosidade e à porosidade dos substratos cerâmicos da obra, optou-se pela aplicação dos produtos em gel de agar-agar (Laborspirit, Lda.), a 40 °C ou pacho de papel de forma a minimizar a penetração dos produtos no substrato. As características dos produtos e a respetiva forma de aplicação, encontram-se descritas na Tabela 1. No Anexo IX encontra-se apresentada ação dos produtos de limpeza na remoção de carbonato de cálcio.

**Tabela 1** - Características e modo de preparação e aplicação dos métodos de limpeza químicos selecionados para o ensaio de eficácia.

Método	Produto	Principais componentes	Preparação <sup>1</sup>	pH <sup>2</sup>	Aplicação
Detergente aniônico	Teepol	5-15% de tensioativos aniônicos	Adição de 2 gotas de Teepol a 200ml de água destilada.	6,7	Pacho de papel absorvente.
Ácido forte	HNO <sub>3</sub> pH1	Ácido nítrico	Solução a 10% em água destilada (v/v)	1	Pacho de papel absorvente
Ácido fraco	Kalkrent (detergente ecológico)	Extrato de fermentação ativo (Lactobacillus sp.); <2% cocamidopropil betaína; <2% álcool C9-C11 etoxilado; 2-4% ácido láctico colorante; perfume, água	Produto puro	3	Gel de agar-agar
Agente quelante	[Na <sub>2</sub> EDTA] pH 7	Ácido etilenodiamina tetra-acético disódico + hidróxido de sódio	Solução a 5% em água destilada (p/v), adição de hidróxido de sódio (pH=13) até pH 7	7	Gel de agar-agar
	NU-Biocal	5-9,9% cocamidopropil betaína; 15-30% citrato trissódico dihidratado; <0,1% perfume	Produto puro	7	Gel de agar-agar.
Resina de troca iónica	IONEX H	Matriz: copolímero de divinilbenzeno Grupo funcional: ácido sulfónico	Adicionar água destilada à resina até à obtenção uma consistência gelatinosa.	3	Aplicação direta

<sup>1</sup> Aos produtos aplicados em gel foi adicionada a cada 100ml de solução 4g de agar-agar.

<sup>2</sup> Os valores de pH correspondem aos valores medidos em laboratório.

### 2.3.1.2. Teste de eficácia

O teste de eficácia foi realizado sobre provetes de pedra calcária travertino (2,0 x 2,0 x 0,8 cm Travertino Natur br, Artens Mineral) e amostras de incrustação recolhidas na obra (2,5 x 2,5 cm). Optou-se pela utilização destes suportes de teste, uma vez que não foi possível reproduzir em laboratório uma camada de incrustação sobre as reproduções com características de coesão e aderência semelhantes às identificadas na obra. A utilização de pedras calcárias é descrita na norma da Associação Alemã de Cosméticos, Higiene Pessoal, Perfumaria e Detergente Alemã (Industrieverband Koerperpflege- und Waschmittel e. V., IKW) [19] para avaliar a capacidade de um detergente em remover incrustações calcárias. Os provetes de travertino são compostos maioritariamente por carbonato de cálcio e apresentam coesão e porosidade homogéneas permitindo obter resultados mais precisos face às amostras de incrustação recolhidas *in situ*.

A eficácia foi avaliada através da perda de massa, como descrito na norma da Associação Alemã de Cosméticos, Higiene Pessoal, Perfumaria e Detergente Alemã (Industrieverband Koerperpflege-

und Waschmittel e. V., IKW) [19]. A perda da massa traduz a capacidade do produto em dissolver carbonato de cálcio de pedra calcária/incrustações, sendo que quanto maior a dissolução de carbonato de cálcio maior a perda de massa do provete logo maior a eficácia do produto. O cálculo da perda de massa do provete após a aplicação do produto por um determinado período de tempo ( $\text{mg.cm}^{-2}$ ), foi assim feito de acordo com a equação:  $\text{perda de massa} = \left(\frac{m_i - m_f}{\text{área}}\right)$ , sendo  $m_i$  a massa inicial do provete (mg),  $m_f$  a massa do provete após a aplicação do produto (mg) e a *área* a área do provete em contacto com o produto ( $\text{cm}^2$ ).

Foram utilizados cinco replicados de pedra de travertino e três replicados de incrustação para cada produto e os tempos de aplicação utilizados foram definidos de acordo com a literatura consultada. Antes do ensaio, os provetes foram secos a 105 °C durante uma hora e pesados. De seguida, os produtos foram aplicados em gel ou pacho e após a remoção dos mesmos a superfície foi lavada na posição vertical com escova e água destilada. Os provetes foram depois secos em papel absorvente e colocados na estufa a 105 °C até atingirem massa constante, altura em que foram novamente pesados, após arrefecimento num exsiccador.

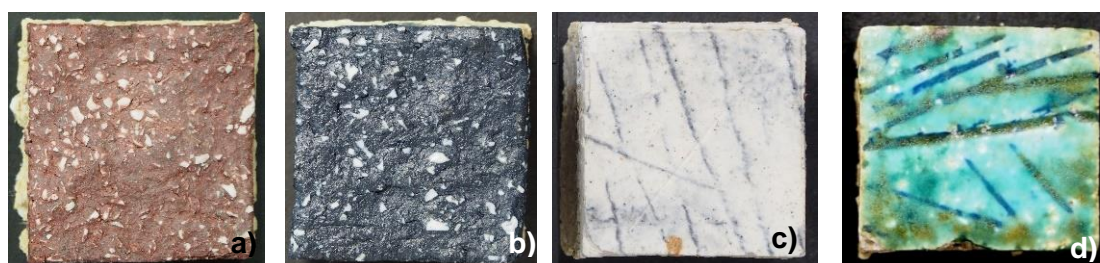
O design experimental desenvolvido para este teste pode ser descrito através do seguinte esquema (Fig. 5):



**Figura 5** – Design experimental da avaliação da eficácia dos métodos químicos seleccionados, testados em laboratório.

### 2.3.1.3. Reprodução dos materiais da obra

Para os ensaios de nocividade foram realizadas reproduções de três engobes azul, vermelho e branco e um vidrado azul turquesa através do receituário da artista<sup>21</sup> com o seu apoio<sup>22</sup>. Os provetes (3,5 x 3,5 x 2,0 cm) uma superfície semelhante à obra (Fig. 6). Após a produção, os provetes foram caracterizados por  $\mu$ -FRX-DE e  $\mu$ -Raman, da forma descrita anteriormente para os materiais da obra.



**Figura 6** – Aspeto da superfície das reproduções realizadas com a artista: a) engobe vermelho, b) engobe azul, c) branco e d) vidrado azul turquesa.

<sup>21</sup> Ver receituário da artista e características dos materiais usados nas reproduções na Tabela X do Anexo VIII.

<sup>22</sup> Ver documentação da produção dos provetes artista no Anexo VIII.

#### 2.3.1.4. Teste de nocividade

O teste de nocividade foi realizado sobre as reproduções dos engobes azul, vermelho e branco e do vidrado azul turquesa claro. O teste de nocividade consistiu na aplicação do produto (descrição na Tabela X) sobre as reproduções por um período de tempo fixo, seguido da remoção do produto por lavagem e posterior avaliação do efeito dos produtos sobre o substrato. O design experimental apresentado encontra-se esquematizado na Figura 7.



**Figura 7** - Design experimental da avaliação da nocividade dos métodos químicos selecionados, testados em laboratório.

A nocividade dos produtos determinou-se através de técnicas analíticas que permitiram detetar a alterações físicas e químicas na superfície dos engobes e dos vidrados após a exposição aos produtos. Os parâmetros avaliados foram os seguintes: i) perda de massa, sendo que quanto maior a perda de massa maior a dissolução da superfície logo maior a nocividade do produto; ii) alteração cromática devido à deposição de produtos de corrosão, por inspeção visual e medição da cor por colorimetria; iii) alteração da topografia da superfície devido à corrosão da superfície ou formação de produtos de corrosão, por estéreo microscópio, microscópio ótico (MO) e microscopia confocal de varrimento laser (MCVL), iv) alteração da estrutura química da superfície dos vidrados ou identificação de possíveis produtos de corrosão, por  $\mu$ -Raman. Os espectros de  $\mu$ -Raman de vidros são compostos por bandas resultantes da sobreposição de diversos picos. A análise por  $\mu$ -Raman foi realizada entre os 200 e os 1400  $\text{cm}^{-1}$ , sendo esta a região associada aos modos vibracionais dos silicatos ( $\text{SiO}_4$ ), exibindo duas sub-regiões de principal interesse: uma entre os 300 e os 600  $\text{cm}^{-1}$ , correspondente às vibrações de flexão ( $\delta$ ) Si-O, e outra entre os 800 e os 1200  $\text{cm}^{-1}$ , correspondente aos modos vibracionais de distensão ( $\nu$ ) Si-O. As diferentes assinaturas vibracionais do tetraedro  $\text{SiO}_4$  devem-se aos diferentes arranjos da sua estrutura, que são usualmente descritos através de unidades  $\text{Q}^n$ , onde n significa o número de oxigénios em ponte, ou seja óxigénios que ligam o tetraedro a átomos formadores da rede (ex. Si-O-Si). Assim n varia de 0 a 4, sendo  $\text{Q}^0$  é uma unidade  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  e  $\text{Q}^4$  é um tetraedro com quatro oxigénios em ponte como na sílica pura, cujas assinaturas vibracionais são bem definidas [20,21]. Os parâmetros de posição, largura e intensidade, características de cada um dos picos, fornecem informação sobre a estrutura do vidro. Assim sendo, é possível detetar alterações da estrutura e composição química do vidro (p.e. adição ou remoção de modificadores de rede) através alteração da intensidade e desvios dos mesmos parâmetros [21].

Foram testados quanto à nocividade os produtos que revelaram os melhores resultados no ensaio de eficácia:  $\text{HNO}_3$  (t apl. = 10min.), Kalkrent,  $\text{Na}_3\text{EDTA}$  e Ionex H (t apl. = 60min.).



## 2.3.2. Testes dos métodos de limpeza mecânicos em laboratório

### 2.3.2.1. Seleção dos métodos de limpeza mecânicos

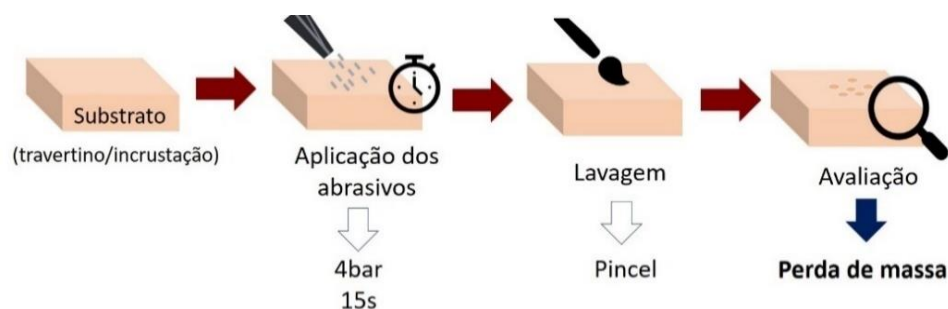
Tendo em conta a literatura consultada e a disponibilidade de equipamentos, foram selecionados três métodos de limpeza manuais – bisturi, escova e espátulas de plástico e de metal – e limpeza por micro jato abrasivo (MICROABRASIMETRO CTS 1), tendo-se selecionado para o efeito três tipos de partícula abrasiva – areia, alumina e caroço de pêssego. A Tabela 2 resume as características das partículas selecionadas e respetivas condições de aplicação. Foram apenas realizados em laboratório ensaios de nocividade aos jatos abrasivos uma vez que o estudo realizado por Römich et al. (2000) [17] demonstrou que os danos causados pelo uso de métodos de limpeza manuais depende do utilizador.

**Tabela 2** - Resumo das características das partículas abrasivas utilizadas no ensaio de limpeza com micro jato.

Tipo de partícula	Tamanho de partícula	Dureza de Mohs	Condições de aplicação
Areia	0,02 – 0,04 mm	7	Pressão 4 bar, durante 15 s a 2 cm da superfície sobre uma área de 1 x 1 cm.
Alumina	0,01 – 0,03 mm	9	
Caroço de pêssego	Ca. 0,05 mm	2,5 – 3	

### 2.3.2.2. Teste de eficácia

A avaliação da eficácia dos jatos abrasivos selecionados baseou-se na capacidade destacar material dos provetes de incrustação recolhidas na obra, tendo esta sido avaliada através da perda de massa. A eficácia será tanto maior quanto maior for a perda de massa, ou seja, quanto maior for quantidade de material destacado. O teste foi realizado em 3 replicados previamente pesados, após secos durante 1h a 105 °C. Depois do ensaio com o jato abrasivo durante 15s a 4 bar, as amostras foram limpas com um pincel de pêlo macio e pesadas novamente (Fig. 8). Os resultados encontram-se apresentados através da perda média de massa por área ( $\text{mg.cm}^{-2}$ ), calculada pela equação:  $\text{perda de massa} = \left( \frac{m_i - m_f}{\text{área}} \right)$ .

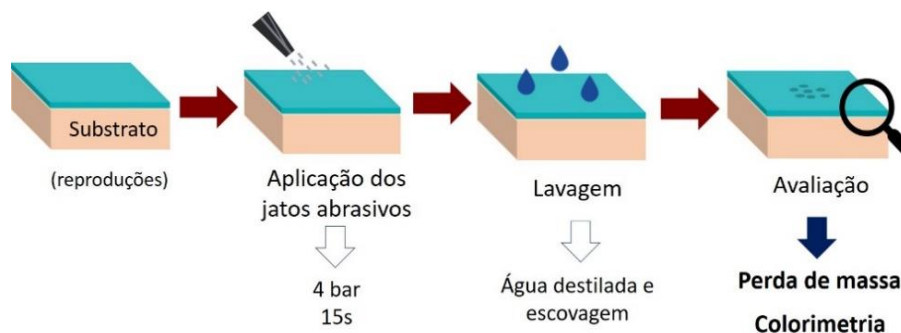


**Figura 8** - Design experimental da avaliação da eficácia dos métodos mecânicos selecionados, testados em laboratório.

### 2.3.2.3. Teste de nocividade

O teste de nocividade dos diferentes jatos abrasivos foi feito sobre 3 provetes das reproduções dos engobe azul, vermelho e branco e do vidro, nas mesmas condições de aplicação do teste de eficácia. Antes do ensaio, os provetes foram secos durante 1h e pesados. Após a aplicação dos jatos sobre a superfície, os provetes foram lavados com água destilada e colocadas na estufa a 105 °C até

atingirem uma massa constante e, depois de arrefecidos, novamente pesados. A Figura 9 esquematiza o teste de nocividade dos métodos mecânicos.



**Figura 9** - Design experimental da avaliação da nocividade dos métodos mecânicos selecionados, testados em laboratório.

A nocividade foi avaliada de acordo com a variação dos seguintes parâmetros: i) perda de massa resultante da abrasão causada pelo jato e ii) alteração cromática causada pela abrasão da superfície, através da inspeção visual e colorimetria.

### 2.3.3. Testes *in situ*

Nos testes *in situ*, os métodos de remoção de incrustações foram apenas avaliados quanto à sua eficácia. Os ensaios *in situ* foram realizados em áreas com incrustação, 3 janelas (2,0 x 2,0 cm), onde foi aplicado cada método selecionado, de acordo com as condições descritas na Tabela 3. Após a aplicação dos métodos a superfície foi escovada e lavada com água destilada.

**Tabela 3** - Resumo das características e das condições de aplicação dos métodos de limpeza testados *in situ*, de acordo com o tipo de incrustação e substrato.

Métodos de limpeza testados			
Substrato	Incrustação	Químicos <sup>1</sup>	Mecânicos
Engobe	BFin	Ionex H, Kalkrent e Na <sub>3</sub> EDTA (t aplic.: 20 min., 40 min. e 60 min.)	Escova
Vidrado	BFin	H <sub>2</sub> O, Ionex H (t aplic.: 20 min., 40 min. e 60 min.)	Bisturi, espátula plástica e escovas
	Acer	H <sub>2</sub> O e Ionex H Kalkrent (t aplic.: 20 min., 40 min. e 1h)	Bisturi, espátula plástica e escovas Jatos abrasivos (Pressão 4 bar a 2 cm da superfície sobre uma área de 1 x 1 cm.)
	AEmp	Camadas exteriores Não testado	Bisturi, espátula plástica/metálica e escovas Jatos abrasivos (Pressão 4 bar a 2 cm da superfície sobre uma área de 1 x 1 cm.)
		Camada interiores H <sub>2</sub> O (t aplic.: 60 min. 3h e 24h), Ionex H (t aplic.: 60 min, 3h e 24h) Kalkrent (t aplic.: 40 min. 60 min. e 3h)	Bisturi, espátula plástica e escovas

<sup>1</sup>t aplic. - tempo de aplicação

A avaliação da eficácia no ensaio *in situ* foi realizada através de inspeção visual e alteração cromática por colorimetria. A alteração cromática consistiu na medição da cor da superfície antes e após os ensaios, sendo a sua eficácia maior quanto maior a variação de cor.

Os produtos selecionados foram os que demonstraram ser menos nocivos e mais eficazes nos ensaios em laboratório. Apenas nas incrustações ACer e camadas interiores AEmp, devido à ineficácia do produto menos nocivos, foi posteriormente testado o produto Kalkrent. Foram também testados os jatos abrasivos e os métodos mecânicos manuais.

### 3. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

#### 3.1. Caracterização material

##### 3.1.1. Materiais da obra: corpo cerâmico, engobes e vidrados

A caracterização macro e microscópica do corpo cerâmico e engobes coloridos permitiu determinar os seguintes parâmetros: cor, textura, granulometria e porosidade da superfície.

Os engobes coloridos azul, vermelho e castanho apresentam dois tipos de superfície: não polida e polida (cf. Anexo I – Fig. III d). As superfícies não polidas são bastante rugosas, e possuem alguma porosidade. A nível de cor, as superfícies não polidas são mais escuras do que as polidas, uma vez que o polimento expõe as partículas brancas de chamote. As superfícies polidas, de forma geral, são lisas e as partículas de chamote, de dimensão entre 0.1 e 3 mm, são bastante evidentes. O engobe azul apresenta na superfície algum brilho e áreas vitrificadas. O engobe branco apresenta uma superfície com menor rugosidade e porosidade superior relativamente aos restantes engobes.

A análise semi-quantitativa do corpo cerâmico e engobes<sup>23</sup> é apresentada em óxidos na Tabela 4. Esta revelou como componentes comuns  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$  e  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , sendo o teor de  $\text{SiO}_2$  e a  $\text{Al}_2\text{O}_3$  os característicos das cerâmicas refratárias que são ricas em fases cristalinas da mulite ( $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ) e do quartzo ( $\text{SiO}_2$ ) [2].

**Tabela 4** - Composição média do corpo cerâmico e engobes coloridos nas amostras recolhidos in situ (MAP) e nas maquetes teste produzidas pela artista, obtida por  $\mu\text{-FRX-DE}$  (m/m%, normalizado,  $n = 3$ ).

Material	Área analisada	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{CaO}$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{CoO}$
Corpo cerâmico	maquete	$26.8 \pm 2.2$	$67.0 \pm 4.3$	$2.46 \pm 0.14$	$0.41 \pm 0.12$	$2.35 \pm 0.73$	n.d.
Engobe azul	MAP	$21.0 \pm 2.5$	$68.1 \pm 8.5$	$1.75 \pm 0.08$	$4.31 \pm 0.43$	$0.83 \pm 0.08$	$3.19 \pm 0.19$
	maquete	$19.0 \pm 2.5$	$64.2 \pm 7.9$	$2.19 \pm 0.33$	$5.47 \pm 0.01$	$1.13 \pm 0.09$	$4.78 \pm 1.07$
Engobe vermelho	MAP	$21.9 \pm 0.9$	$69.5 \pm 2.3$	$2.11 \pm 0.13$	$0.45 \pm 0.23$	$5.06 \pm 0.48$	n.d.
	maquete	$23.7 \pm 1.3$	$64.0 \pm 3.3$	$2.11 \pm 0.29$	$0.85 \pm 0.26$	$7.81 \pm 1.41$	n.d.
Engobe branco	MAP	$29.8 \pm 7.7$	$63.0 \pm 4.3$	$1.24 \pm 0.15$	$4.48 \pm 1.93$	$0.51 \pm 0.16$	n.d.
	maquete	$28.5 \pm 1.2$	$60.5 \pm 4.3$	$1.60 \pm 0.21$	$8.00 \pm 0.47$	$0.84 \pm 0.01$	n.d.

n.d. não detetado

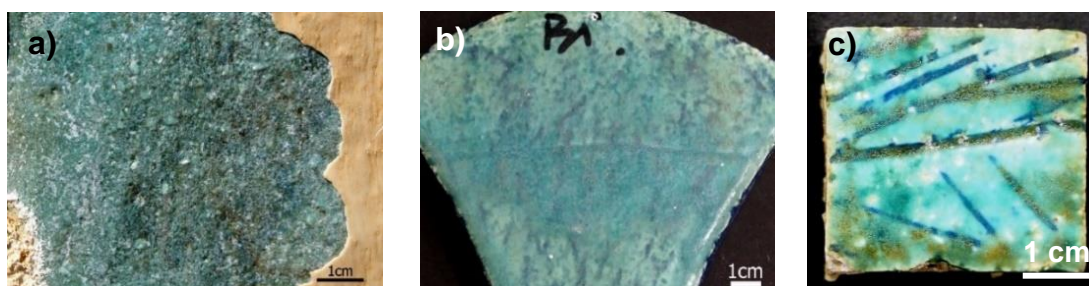
A composição do corpo cerâmico é similar à do engobe vermelho sendo que este último apresenta um teor superior de óxido de ferro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) utilizado com colorante. Nos engobes azul e branco o teor de cálcio é superior ao do corpo cerâmico e do engobe vermelho quer nas amostras da obra quer na maquete, revelando que a composição destes engobes (azul e branco) não corresponde à composição do receituário da artista. Estes resultados sugerem a alteração ou contaminação das matérias-primas durante a produção em fábrica.

Nas análises por  $\mu\text{-Raman}$  (cf. Anexo I – Fig. IV) foram identificados alguns compostos constituintes dos engobes azul, vermelho e branco. Em todas as amostras, foi identificada a banda característica dos aluminossilicatos, entre os 500 e 510  $\text{cm}^{-1}$ . Nos engobes coloridos foi detetada a presença de quartzo- $\alpha$  ( $\alpha\text{-SiO}_2$ ) com as bandas características aos 125, 204 e 461  $\text{cm}^{-1}$  [22]. Nos engobes vermelho e branco, identificaram-se as bandas características da hematite ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) (225, 293,

<sup>23</sup> Composição do corpo cerâmico e engobes com elementos maioritários e minoritários nas Tabelas I-IV do Anexo I

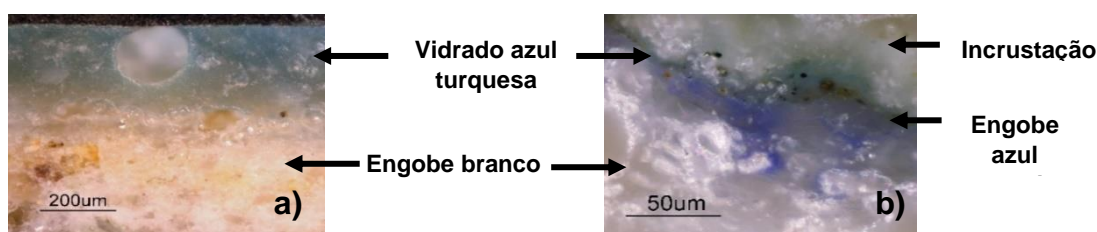
412, 613  $\text{cm}^{-1}$ ) [23], presente no engobe branco como inclusões e no engobe vermelho como agente colorante. No engobe azul identificou-se o aluminato de cobalto ( $\text{CoAl}_2\text{O}_4$ ), como agente colorante, devido às bandas aos 201 e 505  $\text{cm}^{-1}$  [24,25].

Os vidrados azul turquesa são translúcidos e mate, com coloração heterogênea apresentando pontualmente manchas amareladas/esverdeadas (Fig.10). O aspeto mate resulta da desvitrificação do vidro quando este arrefece lentamente e parte da massa fundida cristaliza [26]. Com efeito, por MO foram observadas fases cristalinas nos vidrados quer da maquete quer das reproduções (cf. Anexo I – Figs. Vb e VIb).



**Figura 10** - Macrofotografias das superfícies dos vidrados azul turquesa claro: a) face vidrada de uma Coluna Branca, b) maquete teste produzida pela artista e c) reprodução do vidro, utilizado no ensaio de nocividade.

A análise em corte transversal das amostras recolhidas na obra, permitiu perceber a estratigrafia das áreas revestidas com vidro, descritas na Fig. 11. É possível também observar que o vidro apresenta algumas bolhas e a sua espessura varia entre 50 e 300  $\mu\text{m}$ .



**Figura 11** - Microfotografias do corte transversal das amostras de vidro recolhidas no Marco/Obelisco e Coluna Branca B: a) vidro (aprox. 200  $\mu\text{m}$  de espessura) sobre engobe branco e b) vidro (< 500  $\mu\text{m}$ ) sobre o engobe aguado azul e engobe branco.

A análise semi-quantitativa<sup>24</sup> revelou que todos os vidrados têm composições semelhantes com  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{BaO}$  e o  $\text{CuO}$  como colorante (Tabela 5). Verificou-se apenas uma diferença no teor de cálcio, que é superior nas amostras recolhidas na obra, visto que estas apresentam incrustação sobre a superfície.

A área de análise (ca. de 70  $\mu\text{m}$ ) é superior à espessura do vidro, tendo sido também analisada a incrustação de carbonato de cálcio. A presença de bário em elevadas concentrações sugere o seu uso como matificante [26]. É de referir que esta técnica analítica não permite a deteção do principal elemento alcalino do vidro, o lítio.

<sup>24</sup> Na Tabelas V do Anexo I encontra-se a composição do vidro com os maioritários e minoritários.

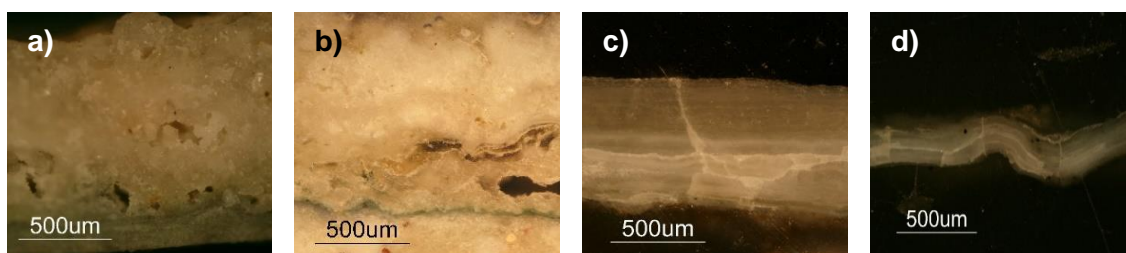
**Tabela 5** - Composição média dos vidrados nas amostras recolhidas *in situ* (MAP) e na maquete teste produzida pela artista, obtida por  $\mu$ -FRX-DE (m/m%, normalizado,  $n = 3$ ).

Material	Área analisada	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	CuO	ZnO	BaO
Vidrado azul turquesa	Coluna Branca	12.9 ± 0.7	57.2 ± 0.8	2.26 ± 0.25	4.51 ± 0.06	1.54 ± 0.42	3.25 ± 0.16	16.9 ± 1.1
	Coluna Torta	10.0 ± 2.9	56.6 ± 1.3	2.27 ± 0.20	6.63 ± 1.30	1.38 ± 0.22	3.10 ± 0.14	19.0 ± 0.8
	Maquete	12.0 ± 0.8	49.0 ± 0.8	2.97 ± 0.20	1.13 ± 0.29	2.73 ± 0.17	2.80 ± 0.08	27.7 ± 1.7

Na análise por  $\mu$ -Raman das amostras da obra foram identificadas as bandas características de celsiana (BaAl<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>8</sub>)<sup>25</sup> aos 105, 135, 355, 390, 470 e 510 cm<sup>-1</sup> [27], forma cristalina que se origina a partir do BaO, confirmando o uso do bário como elemento matificante.

### 3.1.2. Incrustações

A análise de superfície dos diferentes tipos de incrustação identificados na obra, por MO, permitiu observar que as incrustações têm uma superfície rugosa e porosa, com exceção das incrustações amarelas cerosas com superfícies mais lisas e pouco porosas. Observou-se através das secções a estratigrafia (Fig. 12) com uma diferenciação de camadas, tendendo estas a ser mais compactas junto ao substrato e mais porosas nas camadas exteriores, à exceção das incrustações amarelas cerosas e das incrustações brancas finas.



**Figura 12** - Microfotografias das amostras de incrustação em secção transversal polida: a) BRugEsp, b) Rug, c) ACer e d) BFin.

A análise por  $\mu$ -FTIR (cf. Anexo III - Fig. XI b) revelou que todas as incrustações são constituídas por carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) com bandas características aos 1428, 876 e 711 cm<sup>-1</sup> [28]. A análise por  $\mu$ -Raman (cf. Anexo III – Fig. XI a e Tabela VIII) das secções permitiu distinguir que as incrustações são compostas pelo CaCO<sub>3</sub> (1085 cm<sup>-1</sup>) em duas formas cristalinas, aragonite e calcite com bandas características aos 152, 205 e 700 cm<sup>-1</sup> e aos 154, 208 e 711 cm<sup>-1</sup> respetivamente [29]. A análise pontual das diferentes camadas revelou a distribuição destas duas formas de CaCO<sub>3</sub>, sendo que as camadas mais compactas junto ao substrato são compostas por calcite e as camadas mais externas por aragonite. Esta distribuição pode dever-se à transformação da aragonite, a forma metaestável do CaCO<sub>3</sub> na sua forma estável, a calcite [9].

As amostras de incrustação recolhidas sobre os vidrados apresentam uma coloração esverdeada com iridescência na superfície em contacto direto com o vidrado. Através do mapeamento elementar realizado  $\mu$ -FRX-DE (cf. Anexo III – Fig. XII) verificou-se uma maior concentração de Cu nesta superfície, o que sugere a lixiviação dos iões de Cu do vidrado para a incrustação. No entanto, por  $\mu$ -Raman não foi detetado nestas regiões qualquer composto associado ao cobre.

<sup>25</sup> Ver espectro de  $\mu$ -Raman na Fig. V a do Anexo I



A composição e a morfologia das incrustações presentes na obra em estudo indicam que foi a circulação de água não filtrada, em forma de jato ou escorrências, e a formação de neblinas, bem como a falta de manutenção da obra, que levaram à formação das incrustações e à degradação dos vidrados.

### 3.1.3. Reproduções

A Tabela 6 apresenta os elementos majoritários<sup>26</sup> em óxidos das reproduções dos engobes azul, vermelho e branco e vidrado azul turquesa. A composição dos engobes reproduzidos, tal como na obra e na maquete, apresenta como principais componentes em óxidos SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, CaO e Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. As reproduções dos engobes azul e branco têm teores de cálcio inferiores às amostras recolhidas na obra e na maquete. No entanto, é esperado que o cálcio não esteja presente na forma de carbonato de cálcio dada a temperatura de cozedura da obra (1200 °C).

**Tabela 6** - Composição média das reproduções nos engobes e vidrado azul turquesa, obtida por  $\mu$ -FRX-DE (m/m%, normalizado,  $n = 3$ ).

Material	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CoO	
Engobe azul	25.0 ± 0.8	65.1 ± 0.8	2.30 ± 0.14	0.43 ± 0.33	1.87 ± 0.13	4.47 ± 1.17	
Engobe vermelho	26.7 ± 2.6	62.5 ± 2.2	2.33 ± 0.24	0.31 ±0.08	7.22 ± 0.40	n.d.	
Engobe branco	33± 0.1	63.8 ± 6.8	1.00 ± 0.09	0.01 ±0.01	1.00 ± 0.07	n.d.	
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	CuO	ZnO	BaO
Vidrado azul turquesa	15.8 ± 0.6	55.2 ± 4.9	0.85± 0.08	2.74 ± 0.07	2.21 ± 0.50	3.92 ± 0.34	18.5 ±1.3

Por  $\mu$ -Raman foram detetados os mesmos composto identificados nas amostras recolhidas na obra (engobes e vidrado). Nas reproduções de engobe branco foi, adicionalmente, detetada a presença de inclusões de rutilo (244, 440 e 609 cm<sup>-1</sup>) [30] e nas reproduções de vidrado a presença de tenorite (CuO) 294, 342, 491 e 628 cm<sup>-1</sup> (cf. Anexo I – Fig. VI) nas zonas amareladas/esverdeadas e pretas.

## 3.2. Estudo de métodos para a remoção de incrustações calcárias

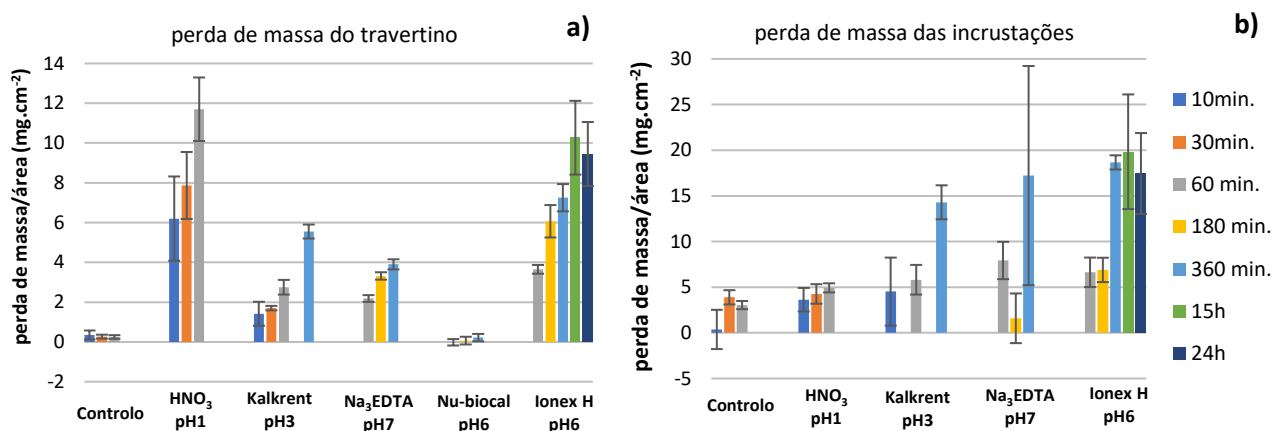
### 3.2.1. Avaliação da eficácia dos métodos de limpeza químicos em laboratório

Os resultados obtidos nos provetes de travertino (Fig. 13 a) demonstraram a eficácia na remoção de carbonatos de cálcio de todos os produtos, com exceção do produto Nu-biocal que apresentou uma perda de massa próxima do erro de medição (c.a. 0,001g). Este resultado pode dever-se a um problema na amostra de produto utilizada, uma vez que este contém citrato de sódio dihidratado, utilizado na formulação de descalcificantes com resultados de eficácia demonstrados noutros estudos [38]. Observou-se ainda uma maior eficácia dos produtos quanto maior o tempo de aplicação, com exceção do Ionex H. O Ionex H foi testado com tempos mais prolongados, uma vez que um estudo anterior demonstrou que até 24h uma resina de troca iónica era eficaz na remoção de incrustações [6]. No entanto, verificou-se que o tempo de aplicação de 24h não apresentou uma perda de massa superior ao de 15h. Comparando os resultados aos 60 minutos (tempo comum a todos os produtos), tal como esperado, o HNO<sub>3</sub> foi o produto mais eficaz na remoção de carbonato de cálcio, seguido do Ionex H, Kalkrent e Na<sub>3</sub>EDTA. É de salientar a eficácia do Kalkrent, cujo princípio ativo é o ácido láctico

<sup>26</sup> Ver Tabelas I a V com semi-quantificação dos elementos majoritários e minoritários no Anexo I.

(ácido fraco), sendo a eficácia superior ao  $\text{Na}_3\text{EDTA}$ . No entanto, este ácido não é referido na literatura como produto de limpeza de incrustações em bens culturais.

Considerando os resultados obtidos no ensaio sobre os provetes de travertino foram selecionados para o ensaio sobre as incrustações (BRug\_Esp) os produtos mais eficazes:  $\text{HNO}_3$ , Kalkrent,  $\text{Na}_3\text{EDTA}$  e Ionex H.



**Figura 13** - Perda de massa por área ( $\text{mg.cm}^{-2}$ ) dos provetes de travertino e de incrustação após aplicação dos diferentes produtos.

Os resultados obtidos nas amostras de incrustação revelaram perda de massa com a aplicação da maioria dos produtos (Fig. 13 b). Contudo, à exceção do  $\text{HNO}_3$ , todos os produtos apresentam um desvio padrão muito elevado, não sendo possível concluir qual(ais) o(s) produto(s) e tempo(s) de aplicação mais eficazes. A dispersão dos resultados deve-se ao destacamento de material durante a remoção dos produtos por lavagem e escovagem, devido à coesão heterogénea dos provetes de incrustação e também à dissolução de sujidades e outros componentes orgânicos, uma vez que se verificou perda de massa na amostra de controlo superior à verificada no ensaio sobre travertino.

Face aos resultados apresentados no ensaio com travertino, a eficácia do  $\text{HNO}_3$  sobre as incrustações foi muito baixa. Dado que a aplicação do  $\text{HNO}_3$  foi feita em pacho e a porosidade da incrustação é muito elevada, o  $\text{HNO}_3$  pode ter sido absorvido, causando a dissolução do carbonato de cálcio e a formação de nitratos no interior da amostra. Uma vez que a lavagem foi feita à superfície, os nitratos formados, apesar de solúveis, não são extraídos, verificando-se uma perda de massa inferior à dissolução realmente ocorrida.

Na Tabela 7 apresenta-se a classificação dos produtos realizada para sistematizar os resultados da eficácia, verificando-se que de forma global o  $\text{HNO}_3$  e o  $\text{Na}_3\text{EDTA}$  foram os mais eficazes, seguido do Kalkrent e do Ionex H.

**Tabela 7** - Classificação dos produtos testados quanto à eficácia na remoção de  $\text{CaCO}_3$  dos suportes de travertino e amostras de incrustação BRug\_Esp.

	Teepol	$\text{HNO}_3$	Kalkrent	$\text{Na}_3\text{EDTA}$	Nu-biocal	Ionex H
Travertino	*	***	**	**	*	***
Incrustação	**	**	**	**	n.t.	***

\* - pouco eficaz, \*\* - eficaz, \*\*\* - muito eficaz; n.t. - não testado

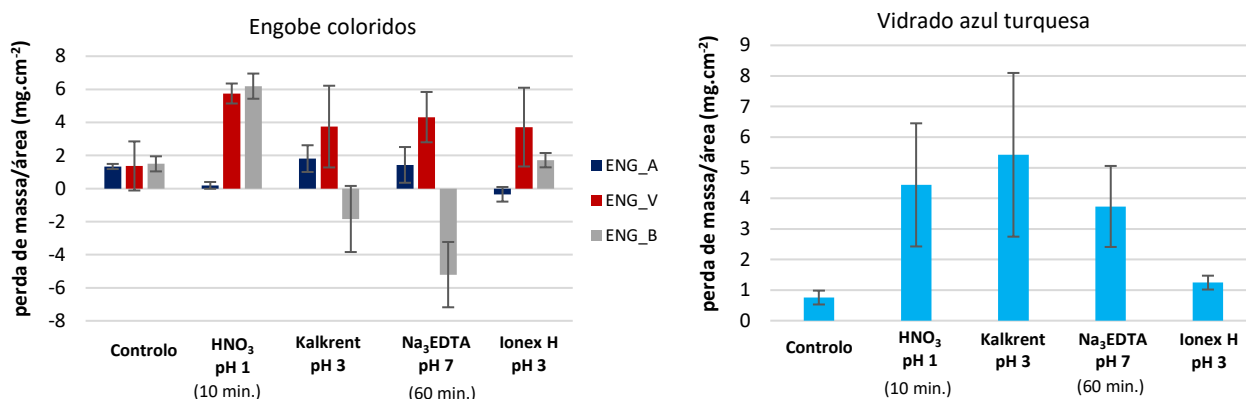
### 3.2.1. Avaliação da nocividade dos métodos de limpeza químicos em laboratório

Nos ensaios de nocividade sobre as reproduções de engobe (ENG\_A, ENG\_V e ENG\_B) e de vidro (VID) foram testados apenas os produtos que demonstraram ser mais eficazes:  $\text{HNO}_3$ , Kalkrent,

Na<sub>3</sub>EDTA e Ionex H, sendo avaliados os seguintes parâmetros: perda de material, alteração cromática e topográfica da superfície e ainda, no caso dos vidrados, a alteração da estrutura química.

#### a) Perda de material

Após o ensaio, todas reproduções, de engobe e de vidrado, apresentaram variação de massa, mostrando comportamentos diferentes consoante o produto aplicado (Fig. 14). O elevado desvio padrão que se verificou na maioria dos substratos, poderá dever-se à heterogeneidade dos revestimentos.



**Figura 14** - Perda de massa por área (mg.cm<sup>-2</sup>) das reproduções de engobe colorido (ENG\_A, ENG\_V e ENG\_B) e das reproduções do vidrado azul turquesa (VID) após a aplicação dos diferentes produtos.

Comparando os resultados da perda de massa dos provetes com aplicação dos produtos e os provetes de controlo (lavagem com água destilada e escovagem) verificou-se que o ENG\_A não apresentou uma variação de massa significativa após o ensaio, assim como, o ENG\_B e o VID tratados com Ionex H. Pode-se, assim, propor que nestes casos a diferença de massa antes e após o ensaio se deve ao destacamento de material pouco coeso na superfície das reproduções. A maior perda de massa deu-se no ENG\_V e ENG\_B, particularmente no ensaio com HNO<sub>3</sub>. Apesar dos engobes terem uma composição característica de uma cerâmica refratária (Tabela 6), este resultado pode deve-se à estrutura menos vitrificada destes engobes e no caso do ENG\_V também à dissolução de compostos de Fe (hematite) presentes no engobe por reação com o ácido nítrico [8]. Relativamente ao ENG\_B, é de salientar o aumento de massa nos provetes submetidos à ação do Na<sub>3</sub>EDTA e Kalkrent. Dado que o ENG\_B possui uma porosidade superior aos restantes materiais, este resultado pode dever-se à formação de sais no interior do provete ou à penetração de gel para o interior da amostra. De forma a consolidar esta hipótese, foi medida a condutividade<sup>27</sup>, verificando-se um aumento dos valores nos provetes tratados com Na<sub>3</sub>EDTA e Kalkrent face a provetes não tratados, confirmando-se a migração de elementos dissolvidos para o interior dos provetes.

No caso dos provetes VID, a maior perda de massa deu-se nos provetes tratados com Kalkrent, seguido do HNO<sub>3</sub> e do Na<sub>3</sub>EDTA. Estes produtos podem ter causado a lixiviação de elemento do vidrado, devido ao pH ácido no caso do HNO<sub>3</sub> e Kalkrent e por sequestração no caso do Na<sub>3</sub>EDTA.

<sup>27</sup> Ver procedimentos da medição da condutividade no Anexo X



### b) Alteração cromática

Após o ensaio apenas se observou à vista desarmada a alteração da superfície dos vidrados (VID), não sendo evidentes alterações na superfície dos engobes. As superfícies dos vidrados adquiriram um aspeto esbranquiçado após o ensaio, destacando-se os provetes VID tratados com  $\text{HNO}_3$  e Kalkrent. A variação total de cor ( $\Delta E^*$ ) entre a superfície dos provetes antes e depois dos ensaios, calculada através dos valores das coordenadas colorimétricas (Tabela 8), sendo os valores mais elevados registados nos vidrados.

**Tabela 8** – Média da cor inicial dos provetes e média da variação total de cor ( $\Delta E$ ) após o ensaio de nocividade dos métodos químicos sobre os provetes de engobe e vidrado e respetivo desvio padrão.

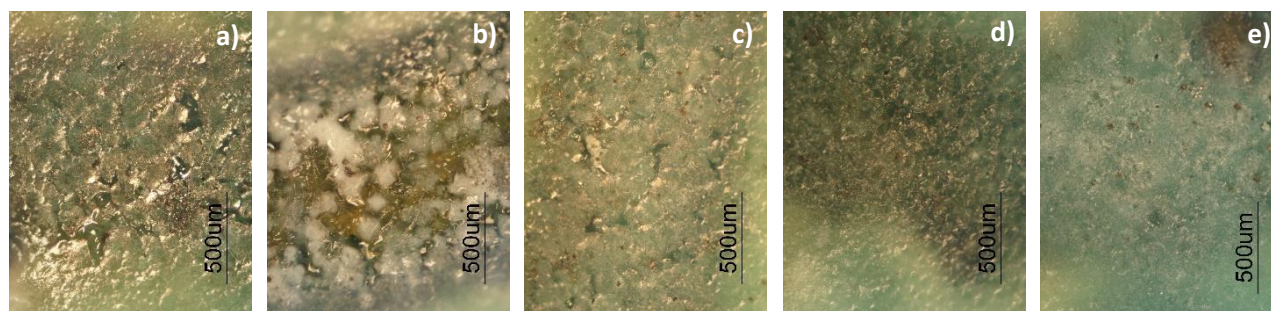
Material	L*	a*	b*	$\Delta E$			
				$\text{HNO}_3$	Kalkrent	$\text{Na}_3\text{EDTA}$ pH7	Ionex H
ENG_A	$34.2 \pm 1.7$	$-3.5 \pm 0.4$	$-3.1 \pm 0.2$	$2.3 \pm 2.1$	$1.2 \pm 1.8$	$1.2 \pm 1.3$	$2.4 \pm 1.7$
ENG_V	$30.2 \pm 3.0$	$7.9 \pm 0.8$	$3.5 \pm 0.5$	$1.8 \pm 1.4$	$1.6 \pm 1.2$	$1.7 \pm 1.1$	$1.5 \pm 0.7$
ENG_B	$81.0 \pm 5.9$	$-0.2 \pm 0.2$	$1.0 \pm 1.0$	$3.1 \pm 2.4$	$2.0 \pm 1.7$	$2.1 \pm 1.1$	$2.7 \pm 2.9$
VID	$62.0 \pm 4.2$	$-16.4 \pm 2.2$	$4.1 \pm 2.8$	$4.0 \pm 1.8$	$2.9 \pm 2.3$	$3.8 \pm 1.7$	$3.0 \pm 1.5$

De acordo com a literatura, a diferença de cor entre dois materiais colocados lado a lado só é detetada pelo olho humano (experiente) se a variação nos parâmetros CIELab for maior ou igual a 0,5 e se a variação do  $\Delta E_{\text{Lab}}$  for maior ou igual que 1 [31]. Assim sendo, os valores  $\Delta E_{\text{Lab}}$  dos provetes ENG e VID, após a aplicação dos produtos, foi superior aos valores detetáveis pelo olho humano. Contudo, os valores das coordenadas CIELab obtidos nos provetes ENG não são significativamente diferentes (valor de  $p < 0,05$ ), indicando que a variação é um resultado da heterogeneidade da própria amostra e não da aplicação dos produtos (Anexo XI – Tabela XII).

Nos vidrados, o  $\Delta E_{\text{Lab}}$  superior ao dos engobes coloridos, devendo-se essencialmente à variação da coordenada L\*. A variação da luminosidade está de acordo com a observação visual do aclaramento das superfícies após os ensaios. Em síntese, todos os provetes VID sofreram alterações de cor, sendo que a sequencia de alterações, da maior para a menor, foi  $\text{HNO}_3 > \text{Na}_3\text{EDTA} > \text{Kalkrent} > \text{Ionex H}$ .

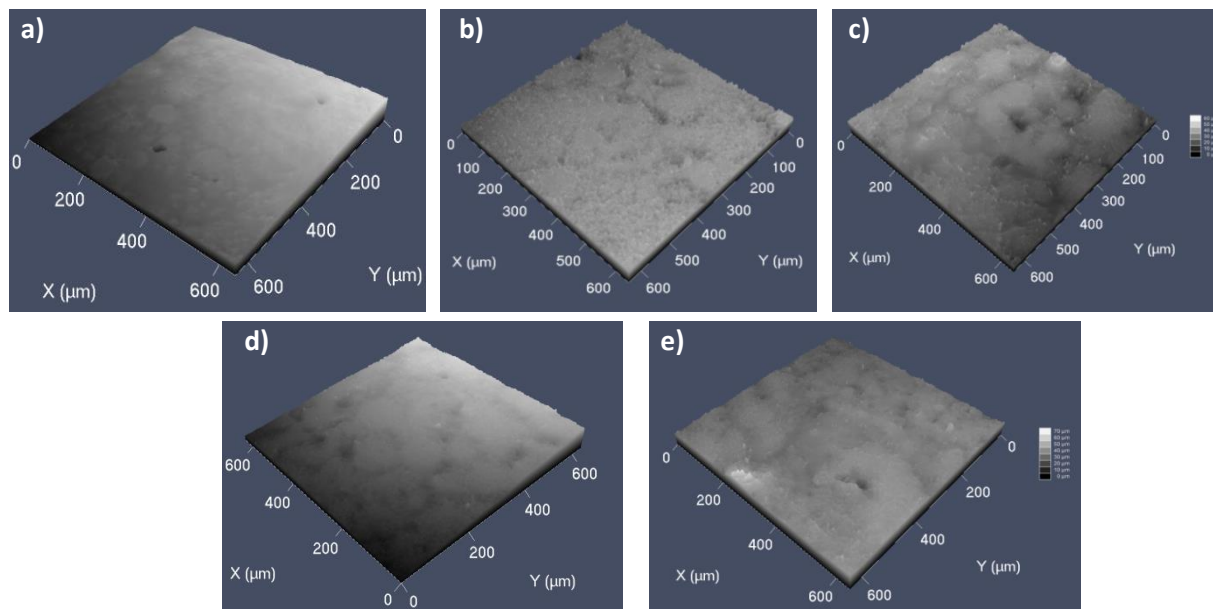
### c) Alteração topográfica da superfície

Através da análise microscópica (EM, MO e MCVL), apenas se detetaram alterações na superfície dos provetes VID (cf. Anexo XII e XIV), salientando-se as alterações provocadas nos vidrados pelos produtos  $\text{HNO}_3$ , Kalkrent e  $\text{Na}_3\text{EDTA}$  (Figs. 15 e 16).



**Figura 15** - Microfotografia da superfície dos provetes VID após ensaio de nocividade: a) antes do ensaio (t=0), b)  $\text{HNO}_3$  (t aplic. 10min.), c) Kalkrent (t aplic. 60min.), d)  $\text{Na}_3\text{EDTA}$  (t aplic. 60min.) e e) Ionex H (t aplic. 60min.)

Por EM e MO detetou-se a formação de produtos de alteração brancos junto às fases vítreas dos VID tratados com  $\text{HNO}_3$  e Kalkrent, sendo este efeito mais acentuado nos VID tratados com  $\text{HNO}_3$  (Fig. 15 b). Após o ensaio, os provetes tratados com  $\text{Na}_3\text{EDTA}$  apresentaram uma superfície menos brilhante, com aspeto picado e com menos fases vítreas (Fig. 15 e), ao passo que os provetes tratados com Ionex H apresentam apenas um aspeto menos brilhante.



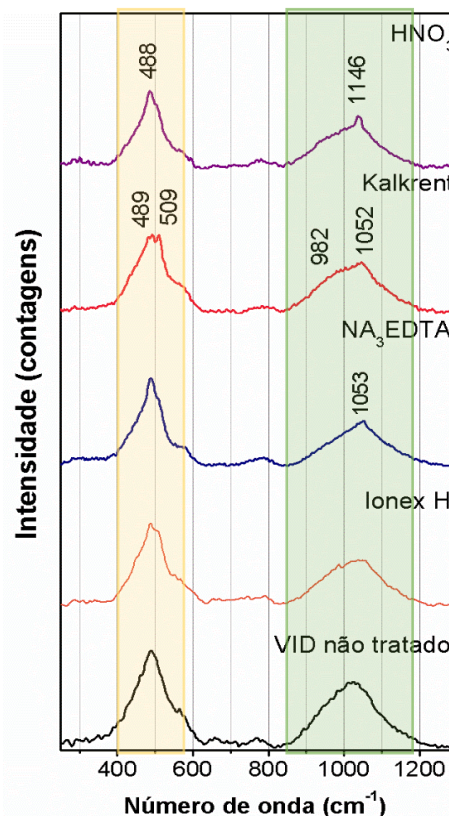
**Figura 16** - Imagens, obtidas por microscopia Confocal, da topografia da superfície dos provetes VID após o ensaio de nocividade: a) antes do ensaio, b)  $\text{HNO}_3$  (t aplic. 10min.), c) Kalkrent (t aplic. 60min.), d)  $\text{Na}_3\text{EDTA}$  (t aplic. 60min.) e e) Ionex H (t aplic. 60min.).

Através das análises de MCVL, observou-se o realce das faces cristalinas nos provetes tratados com  $\text{HNO}_3$ , Kalkrent e  $\text{Na}_3\text{EDTA}$ , dada a diminuição de fases vítreas (Fig.16 b-d). Estes resultados podem dever-se à dissolução das fases vítreas por parte do  $\text{HNO}_3$  e do Kalkrent e pela sequestração de componentes das fases vítreas por parte do  $\text{Na}_3\text{EDTA}$ , resultando na formação de produtos de alteração sobre o VID\_ $\text{HNO}_3$  e o VID\_Kalkrent e no aspeto picado dos VID\_ $\text{Na}_3\text{EDTA}$ . A análise por microscopia confocal permitiu observar que a fases vítreas foi a mais efetuada pelos produtos aplicados.

#### **d) Alteração da estrutura química**

Por  $\mu$ -Raman foram observadas alterações apenas na estrutura dos provetes VID, após o ensaio de nocividade. A Figura 17 compara os vidrados tratados com os quatro produtos de limpeza selecionados –  $\text{HNO}_3$ , Kalkrent,  $\text{Na}_3\text{EDTA}$  e Ionex H – e o vidro no seu estado primitivo. De forma a salientar as zonas analisadas a zona entre os 300 e os 600  $\text{cm}^{-1}$  corresponde às vibrações de flexão ( $\delta$ ) Si-O foi assinalada a vermelho e a zona entre os 800 e os 1200  $\text{cm}^{-1}$  corresponde aos modos de distensão ( $\nu$ ) Si-O foi assinalada a verde. Numa primeira análise, observou-se um pequeno desvio dos números de onda dos modos vibracionais de  $\nu$  Si-O, 800-1200  $\text{cm}^{-1}$ , em todos os vidrados após o ensaio, indicativo de modificações na estrutura, a nível de massa atómica, composição ou arranjo geométrico da matriz vítrea [20]. Nos vidrados tratados com  $\text{HNO}_3$ , observou-se, também, a diminuição da banda a 550  $\text{cm}^{-1}$  ( $\delta$ -Si-O), associada às espécies  $\text{Q}_3$ , indicativo da lixiviação de iões alcalinos do vidro [32] e uma banda estreita a ca. 1046  $\text{cm}^{-1}$ . Esta pode tratar-se de uma assinatura de um

produto de corrosão [32,33] do ácido nítrico, como um nitrato (banda característica aos 1043  $\text{cm}^{-1}$ ) [34] uma vez que esta assinatura não corresponde a nenhuma das formas Qn dos modos vibracionais de  $\nu$  Si-O. Nos vidrados tratados com Kalkrent, observaram-se alterações na intensidade das bandas dos modos vibracionais de  $\delta$  Si-O, 300–600  $\text{cm}^{-1}$ . Inicialmente observa-se uma diminuição de intensidade da banda  $\delta$  Si-O (489  $\text{cm}^{-1}$ ), indicativa do enfraquecimento das ligações Si-O, seguida por um aumento de intensidade das bandas  $\delta$  Si-O de números de onda mais baixos (509  $\text{cm}^{-1}$ ) devido à modificação da estrutura vítrea [20]. Foi também observada uma nova banda aos 960–1000  $\text{cm}^{-1}$ , região característica das  $\nu$  Si-O correspondendo às espécies  $Q_2$ . Esta nova banda pode dever-se à diminuição das espécies  $Q_3$  (~1100  $\text{cm}^{-1}$ ), associadas a iões alcalinos, devido à lixiviação dos mesmos [32]. Nos vidrados tratados com  $\text{Na}_3\text{EDTA}$  observaram-se alterações na banda entre os 800 e os 1200  $\text{cm}^{-1}$ , podendo dever-se à modificação da estrutura do vidrado.



**Figura 17** - Comparação dos espectros obtidos por  $\mu$ -Raman aos vidrados após o ensaio com o vidrado antes do ensaio.

Os resultados do ensaio de nocividade foram resumidos na Tabela 9, sendo atribuída uma classificação a cada parâmetro avaliado. Todos substratos revelaram alguma alteração resultante da aplicação dos produtos testados. Os engobes de uma forma geral foram menos suscetíveis do que os vidrados, como seria de esperar devido à sua elevada resistência à corrosão [2]. No caso dos engobes coloridos, apenas se detetou variação no parâmetro perda de material, contudo não se detetou alteração visual (cromática e topográfica) dos mesmos. É ainda, de salientar os resultados do Ionex H que demonstrou ser o menos nocivo em todos os materiais testados, em particular nos provetes VID. Os restantes produtos ( $\text{HNO}_3$ , Kalkrent e  $\text{Na}_3\text{EDTA}$ ) não devem ser utilizados na limpeza de substratos vítreos uma vez que causaram danos, visualmente detetáveis, nas reproduções de vidrado.

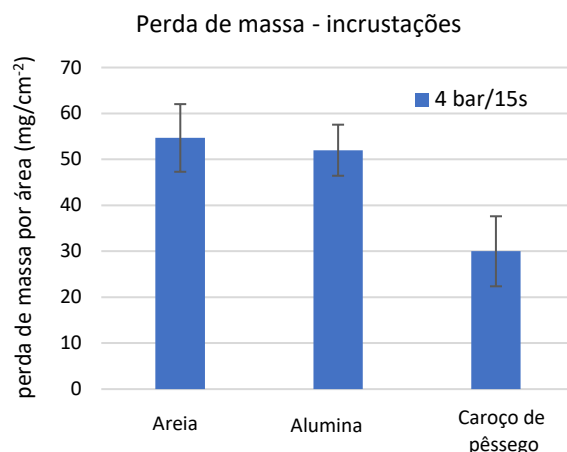
**Tabela 9** - Classificação da nocividade dos produtos,  $\text{HNO}_3$ , Kalkrent,  $\text{Na}_3\text{EDTA}$  e Ionex H, testados em laboratório nos provetes de engobe e vidrado.

	$\text{HNO}_3$	Kalkrent	$\text{Na}_3\text{EDTA}$	Ionex H
<b>Perda de material</b>				
ENG_A	***	***	***	***
ENG_V	*	**	**	**
ENG_B	*	*	*	***
VID	*	*	*	***
<b>Alteração visual</b>				
ENG_A	***	***	***	***
ENG_V	***	***	***	***
ENG_B	***	***	***	***
VID	*	*	*	*
<b>Alteração da estrutura química</b>				
VID	*	*	*	***

\* - muito nocivo, \*\* - pouco nocivo, \*\*\* - inócuo

### 3.2.2. Avaliação da eficácia dos métodos de limpeza mecânica em laboratório

Os resultados obtidos através da perda de massa demonstraram que todos os jatos abrasivos foram eficazes na remoção de incrustação (Fig. 18). Salientam-se as partículas de areia e alumina devido a dureza superior relativamente ao caroço de pêssego (Tabela 2 do subcapítulo 2.3.2.1.). Foi possível observar durante o ensaio que as camadas superficiais da incrustação, menos compactas e mais pulverulentas são removidas facilmente ao passo que as mais compactas oferecem maior resistência, no entanto esta permite um maior controlo na remoção das incrustações junto da superfície do substrato. Em resumo, a classificação da eficácia dos jatos abrasivos mostrou que a areia e alumina são as partículas mais eficazes, demonstrando uma maior capacidade de remover a incrustação (Tabela 10).



**Figura 18** - Perda de massa por área (mg.cm<sup>-2</sup>) das amostras de incrustação (BRug\_Esp) após a aplicação dos jatos abrasivos.

**Tabela 10** - Classificação da eficácia do micro jato abrasivo com diferentes partículas abrasivas testadas em laboratório nas amostras de incrustação BRug\_Esp.

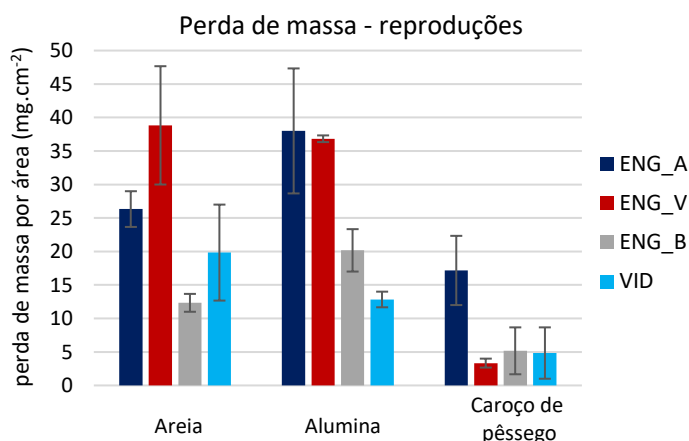
	Areia	Alumina	Caroço de pêssego
Incrustação	***	***	**

\* - mau, \*\* - bom, \*\*\* - muito bom

### 3.2.3. Avaliação da nocividade dos métodos de limpeza mecânicos em laboratório

#### a) Perda de material

Os resultados obtidos através da avaliação da perda de massa após o ensaio revelaram que todas as partículas abrasivas foram nocivas para os substratos, causando o destacamento de partículas do substrato (perda de material), em particular os jatos de areia e de alumina (Fig. 19). O engobe vermelho apresentou a maior perda de massa, seguido do engobe azul, engobe branco e vidrado. O engobe vermelho é caracterizado por ser o material menos



**Figura 19** - Perda de massa por área (mg.cm<sup>-2</sup>) dos provetes de engobe (ENG\_A, ENG\_V e ENG\_B) de vidrado (VID) após a aplicação dos jatos abrasivos.

vitrificado dos materiais aplicados na obra, tornando-se o material menos resistente à abrasão. Contrariamente ao que acontece com o engobe branco, os engobes azul e vermelho possuem chamote de grão grosseiro, o que se pode traduzir numa maior perda de massa pelo destacamento dos grãos de maiores dimensões. Os vidrados apresentaram perda de massa superior nos ensaios com os jatos de areia e de alumina (> 10 mg), do que no ensaio com o caroço de pêssego (c.a. 5 mg).



### b) Aspetto cromático

Após o ensaio observou-se alterações na superfície de todos os provetes de engobe e vidrado, provocada pelas partículas, destacando-se os resultados dos jatos de areia e de alumina. A nível visual, as reproduções (engobes coloridos e vidrados) submetidas ao ensaio com partículas de caroço de pêssago, não aparentam alteração da superfície.

Através da colorimetria verificou-se variação de cor após o ensaio dos jatos abrasivos em todos os substratos (Tabela 11), salientando-se os valores obtidos nos: ENG\_V tratado com areia e alumina; VID tratado com alumina; e ENG\_B tratado com caroço de pêssago. De forma geral, o caroço de pêssago provoca menor variação total de cor após o ensaio em todos os materiais, à exceção do ENG\_B, face aos restantes jatos abrasivos. Estes resultados eram esperados, dado que, por inspeção visual, é evidente a abrasão provocada pelos jatos de areia e de alumina nos provetes de engobe e vidrado.

**Tabela 11** - Média da cor inicial dos provetes e média da variação total de cor ( $\Delta E$ ) após o ensaio de nocividade dos jatos abrasivos sobre os provetes de engobe e vidrado e respetivo desvio padrão.

Proвете	L*	a*	b*	$\Delta E$		
				Areia	Alumina	Caroço de pêssago
ENG_A	33.0 $\pm$ 1.6	-3.5 $\pm$ 1.3	-2.7 $\pm$ 1.4	5.0 $\pm$ 0.2	5.9 $\pm$ 0.1	1.4 $\pm$ 0.5
ENG_V	34.0 $\pm$ 1.3	10.3 $\pm$ 1.1	6.2 $\pm$ 0.8	8.8 $\pm$ 2.9	10.1 $\pm$ 1.2	2.4 $\pm$ 1.3
ENG_B	82.9 $\pm$ 2.0	-0.5 $\pm$ 0.3	7.3 $\pm$ 1.9	5.3 $\pm$ 2.7	2.3 $\pm$ 1.9	3.4 $\pm$ 2.6
VID	55.2 $\pm$ 5.9	-13.2 $\pm$ 3.9	4.3 $\pm$ 1.9	6.2 $\pm$ 1.1	13.0 $\pm$ 4.2	1.4 $\pm$ 0.6

O conjunto dos parâmetros de nocividade avaliados permitiram classificar as partículas testadas (Tabela 12), demonstraram que o jato abrasivo com alumina e areia pode causar danos significativos na superfície alterando a morfologia e o aspeto visual da superfície.

**Tabela 12** - Classificação da nocividade das partículas abrasivas testadas em laboratório na incrustação BRug\_Esp.

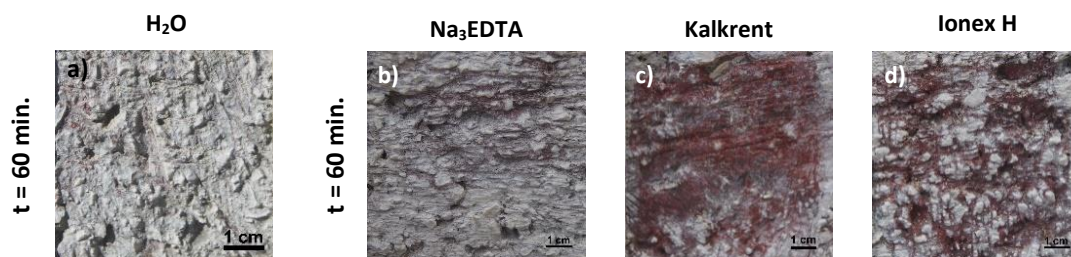
	Areia	Alumina	Caroço de pêssago
<b>Perda de massa</b>			
ENG_A	*	*	*
ENG_V	*	*	*
ENG_B	*	*	**
VID	*	*	**
<b>Aspetto visual</b>			
ENG_A	*	*	**
ENG_V	*	*	**
ENG_B	*	*	*
VID	*	*	**

\* - muito nocivo, \*\* - pouco nocivo, \*\*\* - inócuo

### 3.2.4. Teste *in situ*

#### 3.2.4.1. Avaliação da eficácia dos métodos de limpeza químicos

Os ensaios de eficácia realizados nas incrustações BFin sobre o engobe vermelho demonstraram a eficácia de todos os produtos testados na remoção de carbonatos de cálcio, destacando-se o produto Kalkrent e o Ionex H aos 60min. (Fig. 20). O Na<sub>3</sub>EDTA não revelou ser tão eficaz na remoção da camada de incrustação como os restantes produtos, tendo apresentado, após o tratamento, o mesmo aspeto visual que o ensaio de controlo com água destilada (Fig. 20a).



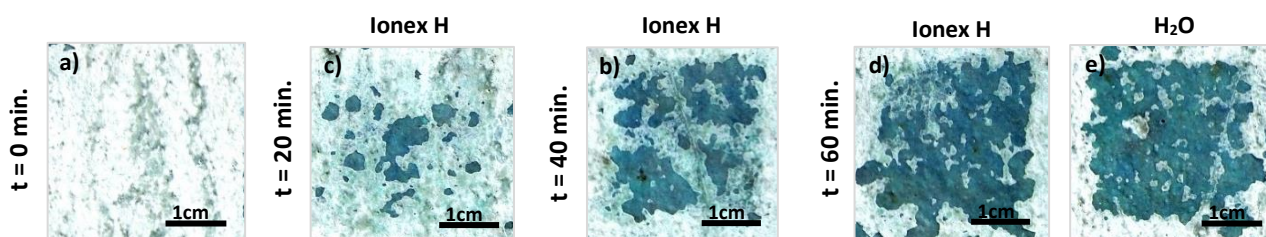
**Figura 20** – Fotografia do ensaio *in situ* na incrustação BFin sobre engobe vermelho: a) H<sub>2</sub>O, b) Na<sub>3</sub>EDTA, c) Kalkrent e d) Ionex H.

Por colorimetria verificou-se que as áreas tratadas com Kalkrent, seguido do Ionex H, apresentam maior variação total de cor após o ensaio (Tabela 13). A maior variação de cor traduz-se numa maior eficácia, uma vez que ao remover a camada de incrustação branca se revela a cor vermelha do engobe. Os resultados de medição de cor revelaram ainda uma ligeira variação de cor nas áreas tratadas com Na<sub>3</sub>EDTA após o ensaio que foram pouco perceptíveis visualmente.

**Tabela 13** - Média da variação total de cor ( $\Delta E$ ) após o ensaio *in situ* na incrustação BFin sobre o engobe respetivo desvio padrão.

Material	Tipo de incrustação	Tempos de aplicação	$\Delta E$		
			Kalkrent	Na <sub>3</sub> EDTA	Ionex H
Engobe vermelho	BFin	20 min.	18.4 ± 2.6	4.7 ± 2.8	17.7 ± 1.8
		40 min.	24.6 ± 3.1	4.9 ± 0.7	18.3 ± 3.6
		60 min.	22.4 ± 4.9	4.6 ± 0.2	12.3 ± 2.1

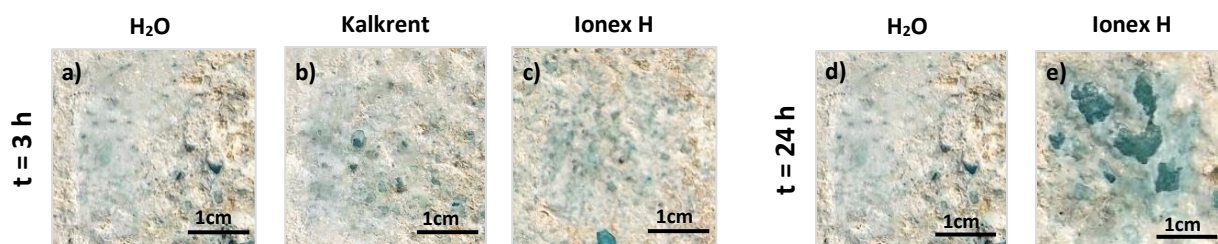
O Ionex H foi eficaz na remoção das incrustações BFin sobre o vidro (Fig. 21). No entanto, os resultados obtidos no controlo, com água destilada, demonstram que a humificação causou o amolecimento desta incrustação. A posterior escovagem e lavagem foram suficientes para a remoção de grande parte da incrustação. Contudo, após a secagem observaram-se resíduos de incrustação fortemente aderidos ao substrato, não sendo possíveis de remover apenas com água destilada e escovagem. O ensaio revelou ainda que o Ionex H é eficiente na remoção de incrustações BFin, sendo a sua eficácia maior quanto maior o tempo de aplicação (Fig. 21c-d).



**Figura 21** – Fotografias do ensaio *in situ* na incrustação BFin sobre vidro: a) antes do ensaio; b) Ionex H aos 20 min., c) 40 min., d) 60 min.; e) controlo com H<sub>2</sub>O destilada aos 60 min.

A incrustação AEmp sobre o vidro apresenta uma camada superior facilmente removida por métodos mecânicos, pelo que se procedeu a remoção desta camada expondo a camada interior fortemente aderida e mais compacta. Os resultados obtidos na camada interior da incrustação AEmp sobre o vidro demonstram algum amolecimento da superfície com a aplicação de pachos de água destilada (controlo), contudo não foi suficiente para a remoção da incrustação (Fig. 22). Os produtos Ionex H e Kalkrent demonstraram ser eficazes na remoção desta incrustação, destacando-se o tempo de aplicação 24h para o Ionex H. O Kalkrent com o tempo de aplicação de 3h demonstrou dissolver apenas superficialmente a camada interior da incrustação AEmp. uma vez que o Ionex H (24h)

demonstrou ser mais eficaz e dada a nocividade do Kalkrent não se justifica a sua utilização sobre o vidrado.



**Figura 22** – Fotografias da aplicação in situ dos produtos Ionex H e Kalkrent sobre a subcamada da incrustação AEmp presente no vidrado: a) H<sub>2</sub>O destilada (3h), b) Kalkrent (3h), c) Ionex H (3h), d) H<sub>2</sub>O destilada (24h) e e) Ionex H (24h).

Por colorimetria verificou-se, após o ensaio, variação de cor em todas as áreas tratadas (Tabela 14). A variação é maior quanto maior o tempo de aplicação dos produtos, à exceção do Kalkrent. Verificou-se que no caso das incrustações BFin, o Ionex H (Fig. 22 d-e). Na camada interior da incrustação AEmp tratada com Kalkrent, observou-se uma maior variação de cor nos tempos de aplicação de 60 min. face às 3h. Estes resultados podem indicar que a incrustação é heterogênea, em relação à coesão e aderência ao substrato, uma vez que se observou, aquando a remoção do Kalkrent após 3h, uma camada de incrustação dissolvida, facilmente removida com água destilada.

**Tabela 14** - Média da variação total de cor ( $\Delta E$ ) e respetivos desvios padrão, após os ensaios in situ no vidrado com os produtos químicos: Ionex H e Kalkrent.

Material	Tipo de incrustação	Tempo de aplicação	$\Delta E$		
			H <sub>2</sub> O	Ionex H	Kalkrent
Vidrado	BFin	20 min.	n.t.	13.0 $\pm$ 3.0	
		40 min.	n.t.	19.3 $\pm$ 4.1	n.t.
		60 min.	21.4 $\pm$ 1.7	23.3 $\pm$ 3.4	
	Camada interior AEmp	40min.	n.t.	n.t.	4.8 $\pm$ 2.9
		60 min.	2.0 $\pm$ 0.2	2.9 $\pm$ 0.3	9.3 $\pm$ 4.4
		3h	3.6 $\pm$ 2.6	2.9 $\pm$ 0.6	4.4 $\pm$ 0.6
		24h	3.0 $\pm$ 1.8	7.9 $\pm$ 3.3	n.t.

n.t. – não testado

A Tabela 15 apresenta a classificação da eficácia dos produtos testados *in situ*, verificando se a maior eficácia do Kalkrent sobre os engobes e a eficácia do Ionex H sobre os vidrados.

**Tabela 15** - Classificação da eficiência dos métodos mecânicos testado in situ nos diferentes tipos de incrustação e substrato.

Substrato	Tipo de incrustação	H <sub>2</sub> O	Kalkrent	Na <sub>3</sub> EDTA	Ionex H
Engobe	BFin	*	***	*	**
	BFin	***	n.t.	n.t.	***
Vidrado	Acer	*	n.t.	n.t.	*
	Camada interior AEmp	*	**	n.t.	**

\* - pouco eficaz, \*\* - eficaz, \*\*\* - muito eficaz

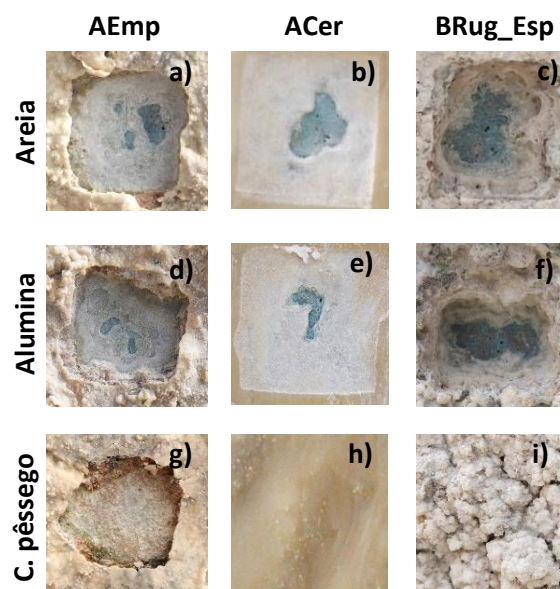
n.t. – não testado

### 3.2.4.2. Avaliação da eficácia dos métodos de limpeza mecânica

Os ensaios com os jatos abrasivos de areia e de alumina revelaram ser eficazes na remoção de todos os tipos de incrustação testados (BFin, Acer, BRug\_Esp, AEmp) (Fig. 23). A sua aplicação foi controlável por camadas. Contudo, o mesmo tipo de incrustação revelou ter uma resistência heterogeneia à abrasão, podendo oferecer mais ou menos resistência. O caroço de pêssgo demonstrou apenas eficiência na remoção das primeiras camadas das incrustações AEmp (Fig. 23 g).

Durante o ensaio, identificou-se uma nova camada sob as incrustações AEmp muito aderida ao substrato vítreo. Esta camada interior da incrustação AEmp é também destacável pelos jatos de areia e de alumina; contudo, a sua remoção através das mesmas foi excluída, visto que, demonstram ser nocivas para o vidro nos ensaios em laboratório.

Os ensaios com bisturi e espátula metálica demonstram ser eficazes na remoção da incrustação BFin, BRug\_Esp e AEmp (até à camada interior AEmp) quando humedecidas com água. A espátula de plástico não foi eficaz na remoção das incrustações, nem a escova nas incrustações BRug\_Esp AEmp e Acer. No entanto, o método de escovagem demonstrou ser eficaz na remoção de incrustações BFin sobre vidro quando humedecidas com água. Já nas incrustações BFin presentes no engobe, o método de escovagem não mostrou ser eficaz.



**Figura 23** – Fotografia do ensaio *in situ* com partículas abrasivas sobre às incrustações AEmp, Acer e Rug sobre o vidro, com partículas de areia (a-c), alumina (d-f) e carvão de pêssego.

**Tabela 16** - Classificação da eficiência dos métodos mecânicos testado *in situ* nos diferentes tipos de incrustação e substrato.

Substrato	Tipo de incrustação	Areia	Alumina	Carvão de pêssego	Espátula
Engobe	BFin	n.t.	n.t.	n.t.	*
	BFin	n.t.	n.t.	n.t.	n.t.
Vidrado	Acer	***	***	*	*
	BRug_Esp	***	***	n.t.	**
	AEmp	***	***	***	***
	Subcamada AEmp	***	***	*	*

\* - pouco eficaz, \*\* - eficaz, \*\*\* - muito eficaz  
n.t. – não testado

Em forma de conclusão dos resultados dos ensaios *in situ* dos métodos químicos e mecânicos verificou-se durante os ensaios que os substratos de vidro aparentam sinais de corrosão e que a rugosidade e extensa superfície a tratar poderá limitar a limpeza dos elementos escultóricos. Assim sendo é necessário estabelecer uma metodologia de limpeza que alie os diferentes métodos, químicos e mecânicos, bem com um compromisso de limpeza que salve a obra, isto é, até onde se pode limpar.



## 4. PROPOSTA DE INTERVENÇÃO

A proposta de intervenção desenvolveu-se em torno da conservação dos seguintes parâmetros:

- a intenção da artista aquando a conceção da obra, respeitando as suas escolhas estéticas e preservando quer o conceito génese da obra quer o processo artístico até ao produto final – “As obras nascem e morrem não faz sentido reporem-se”<sup>28</sup>;
- o valor histórico e social da obra sendo esta um documento de uma vontade da comunidade e um marco do movimento associativista no concelho de Almada.

### 4.1. Proposta de intervenção para a remoção das incrustações

A limpeza para remoção das incrustações calcárias, será um dos aspetos principais da proposta de intervenção para a conservação da obra. De acordo com a informação recolhida durante o estudo da obra e a opinião expressa pela da artista a presença desta camada é indesejável por interferir com a leitura da obra. Com base nos resultados obtidos nos testes em laboratório e *in situ*, propõe-se a utilização de uma metodologia de limpeza mista, com recurso a métodos mecânicos e químicos. Os métodos mecânicos serão utilizados para a remoção das camadas superficiais das incrustações, enquanto os métodos químicos serão utilizados para a remoção das camadas junto do substrato. A metodologia definida para cada tipo de incrustação encontra-se resumida na Tabela 17.

**Tabela 17** - Metodologia proposta para a remoção das incrustações calcárias, de acordo com o tipo de incrustação e substrato.

Substrato	Incrustação	Camada de incrustação	Metodologia de limpeza proposta	
			Químicos	Mecânicos
Engobe	Bfin		Ionex H (t aplic.: 24h) Kalkrent (t aplic.: 1h)	Escova
	Rug	Exterior		Jato de areia (até alcançar a camada interior)
		Interior	Ionex H (t aplic.: 24h) Kalkrent (t aplic.: 1h)	Escova
Vidrado	Bfin		H <sub>2</sub> O Ionex H	Bisturi e escova de pêlo rijo
	AEmp	Exterior	H <sub>2</sub> O	Espátula metálica Jato de areia (até alcançar a camada interior)
		Interior	Ionex H (t aplic.: até 24h)	Bisturi e escova de pêlo rijo
	Rug	Exterior	H <sub>2</sub> O	Espátula metálica Jato de areia (até alcançar a camada interior)
		Interior	Ionex H (t aplic.: até 24h)	Bisturi e escova de pêlo rijo
	ACer	Exterior		Espátula metálica Jato de areia (até alcançar a camada interior)
		Interior	Ionex H (t aplic.: até 24h)	

Para os substratos de engobe propõe-se para as camadas de incrustação finas (BFin) a aplicação do produto Ionex H ou Kalkrent com escovagem entre aplicações. Para as camadas exteriores das

<sup>28</sup> Ver Anexo IV – Entrevista à artista Virgínia Fróis (transcrição).

incrustações espessas (Rug) propõe-se a limpeza mecânica através de jato de areia sem atingir o substrato.

Para os substratos de vidro propõe-se para as camadas de incrustação finas (BFin) a limpeza por escovagem com água, seguido da aplicação de Ionex H para a remoção dos resíduos mais aderidos ao substrato. Nas camadas de incrustação mais espessas (AEmp, Rug e Acer) propõe-se uma primeira limpeza com jato de areia sem atingir o substrato ou espátula metálica auxiliada pelo amolecimento da superfície com água. Para as camadas internas mais finas (AEmp, Rug e Acer) sugere-se a aplicação de Ionex H com escovagem entre aplicações.

Deve ter-se em conta que a metodologia proposta tem como base os resultados obtidos nas áreas testadas. Noutras áreas, poderá haver necessidade de adaptar as condições de aplicação dos métodos, tendo por base a metodologia proposta.

A intervenção de forma a estabelecer a circulação da água, prevê a substituição da canalização como previsto pela artista durante a instalação da obra. Esta deverá ser realizada por técnicos especializados.

## 5. CONCLUSÃO

---

O caso de estudo “Monumento ao Associativismo Popular” ilustra o impacto cultural que a arte pública tem para a sociedade, a nível histórico, social e artístico. Durante o trabalho foi também crucial o contacto com a artista e a obtenção de informações e opiniões sobre a obra, bem como a sua ajuda para a realização das reproduções dos materiais empregues na obra. Neste contexto, foi importantíssimo para o desenvolvimento do trabalho a ponte que se estabeleceu com a artista, a população e a entidade responsável pelo monumento (Casa de Cerca – CAC).

O estudo dos materiais foi fundamental para identificar e avaliar os problemas de conservação presentes na obra, salientando-se a presença de incrustações calcárias com diversas morfologias e os danos no sistema de projeção de água como os principais problemas que impedem a fruição da obra.

A avaliação da eficácia e nocividade foi crucial para estabelecer a metodologia de limpeza das incrustações calcárias, tendo-se procurado encontrar uma metodologia eficaz na remoção das incrustações e inócua para os substratos.

Os resultados dos testes em laboratório demonstraram que os produtos com maior eficácia foram:  $\text{HNO}_3$  > Ionex H > Kalkrent >  $\text{Na}_3\text{EDTA}$  > Controlo ( $\text{H}_2\text{O}$ ) > Nu-biocal, sendo este último excluído para o ensaio de nocividade. O ensaio de nocividade dos métodos químicos sobre os engobes coloridos, resultou apenas na alteração do parâmetro perda de material sem que houvesse uma alteração visual detetável. Os ensaios sobre os vidrados demonstraram elevada suscetibilidade aos produtos selecionados, à exceção do Ionex H. De acordo com a classificação da eficácia e nocividade, o produto Ionex H demonstrou ser um dos mais eficazes e o menos nocivo. Em laboratório todos os jatos abrasivos revelaram ser eficazes na remoção de incrustação, principalmente os jatos de areia e de alumina. No entanto, todos foram nocivos para o substrato, observando-se danos significativos com as partículas mais eficazes, pelo que nos ensaios *in situ* foram testados apenas na remoção das camadas exteriores das incrustações espessas, com bons resultados.

Os resultados dos ensaios em laboratório e *in situ* revelaram a necessidade de propor uma metodologia mista, que combine métodos mecânicos e químicos, específica para cada tipo de incrustação e substrato.

Este trabalho focou-se na remoção das incrustações patentes sobre os elementos escultóricos. No entanto, a reativação do sistema de água após a limpeza irá implicar um plano de conservação preventiva, através do estudo de camadas protetoras, limpezas periódicas e/ou controlo da qualidade de água de modo a minimizar a formação de novas incrustações

## 6. REFERÊNCIAS

- [1] AA.VV. (1997). Normas de inventário – Cerâmica, Artes plásticas e artes decorativas. Instituto dos Museus e da Conservação. Lisboa.
- [2] Sadik, C., El Amrani, I. E., & Albizane, A. (2014). Recent advances in silica-alumina refractory: A review. *Journal of Asian Ceramic Societies*, 2(2), 83-96.
- [3] Rhodes, D., & Hopper, R. (2000). *Clay and Glazes for the Potter*. Krause Publications Craft.
- [4] Eppler, R. A. (1992). Corrosion of Glazes and Enamels. In Clark, D. E., & Zito, B. K. (Ed.), *Corrosion of Glass, Ceramics and Ceramic Superconductors - Principles, Testing, Characterization and Applications*, Noyes Publications.
- [5] Vergès-Belmin, V. (2008). ICOMOS-ISCS: Illustrated glossary on stone deterioration patterns. *Monuments and Sites*, XV. ICOMOS International Scientific Committee for Stone (ISCS).
- [6] Casaletto, M. P., Ingo, G. M., Riccucci, C., De Caro, T., Bultrini, G., Fragalà, I., & Leoni, M. (2008). Chemical cleaning of encrustations on archaeological ceramic artefacts found in different Italian sites. *Applied Physics A: Materials Science & Processing*, 92(1), 35-42.
- [7] Murcia-Mascarós, S., Foglia, P., Santarelli, M. L., Roldán, C., Ibañez, R., Muñoz, A., & Muñoz, P. (2008). A new cleaning method for historic stained-glass windows. *Journal of Cultural Heritage*, 9(2008), 73-80.
- [8] Harrison A. (2008), Effects of Acid Treatment on Ceramics from Kaman-Kalehöyük, *Anatolian archaeological studies*, 271–279.
- [9] Cheong, W. C. (2010). *Biomimetic approach to anti-fouling surfaces*. (Dissertação de doutoramento - de University of Leeds), retirado de <http://etheses.whiterose.ac.uk/id/eprint/1694>.
- [10] Abd-Allah, R., al-Muheisen, Z., & al-Howadi, S. (2010). Cleaning strategies of pottery objects excavated from Khirbet Edh-Dharih and Hayyan A I-Mushref, Jordan: Four case studies. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 10(2), 97-110.
- [11] Hamilton, D. L. (1999). Methods of conserving archaeological material from underwater sites. *Texas A&M University*.
- [12] D.L. Hamilton, Methods of conserving archaeological material from underwater sites, *Conserv. Files ANTH 605, Conserv. Cult. Resour. I. Naut. Archaeol. Program, Texas A&M Univ.* (1999) 1–110. <http://nautarch.tamu.edu/CRL/conservationmanual/>.
- [13] Pedeli C. (2007). Cleaning with an Ultrasound Scaler: Technique Adjustment for Archaeological Ceramics. In Pilosi, L. & Goriški, M. (Ed.), *Glass and ceramics conservation 2007: interim meeting of the ICOM-CC Working Group*, 141–151.
- [14] Salimbeni R., Zafiropulos V., Radvan R., Verges-Belmin V., Kautek W., Andreoni A., Sliwinski G., Castillejo M., Ahmad S. R. (2005, June). *Lasers in conservation of artworks: the European Community research*, In proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering, 5850, 33-42.
- [15] Abd-Allah, R. (2013). Chemical cleaning of soiled deposits and encrustations on archaeological glass: A diagnostic and practical study. *Journal Cultural Heritage*, 14(2013), 97–108.
- [16] Altavilla, A., Scandurra, A., Ciliberto, E., La Delfa, S., & Panarello, S. (2008). The cleaning of early glasses: investigation about the reactivity of different chemical treatments on the surface of ancient glasses, 255 (2008) 251–255. doi:10.1007/s00339-008-4499-x.
- [17] Naturkost Naturwaren Bundesverband (2016). Guidelines for ecological detergents and other cleaning agents. [http://www.n-bnn.de/sites/default/dateien/bilder/Downloads/160203\\_Guidelines for ecological detergents.pdf](http://www.n-bnn.de/sites/default/dateien/bilder/Downloads/160203_Guidelines%20for%20ecological%20detergents.pdf) (acedido a 23/09/2017).
- [18] J. Vijayakumar, R. Aravindan, T. Viruthagiri, Recent Trends in the Production , Purification and

Application of Lactic Acid, Chem. Biochem. Eng. Q. 2 (2008) 245–264.

- [19] I I IKW - The German Cosmetics, Toiletries, Perfumes and Detergents Association (2003). Recommendations for the Quality Assessment of Bathroom Cleaners. *SÖFW Journal*, 129(11), 42-49.
- [20] Colomban, P. (2013). Non-destructive Raman analysis of ancient glasses and glazes. In Janssens, K. H. (Ed.) *Modern Methods for Analysing Archaeological and Historical Glass*, First Edition Londres, John Wiley & Sons Ltd, 275-300.
- [21] A.J. Rodrigues, J., A. (2012). *Biodeterioração de reproduções de vitrais por fungos*. (Dissertação de mestrado - Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa).
- [22] Kingma, K. J., & Hemley, R. J. (1994). Raman spectroscopic study of microcrystalline silica. *American Mineralogist*, 79(3-4), 269-273.
- [23] Faria, D. L. A., Silva, S. V., & Oliveira, M. T. (1997). Raman Microspectroscopy of Some Iron Oxides and Oxyhydroxides. *Journal of Raman spectroscopy*, 28(11), 873-878.
- [24] Legodi, M. A., & Waal, D. (2007). Raman spectroscopic study of ancient South African domestic clay pottery. *Spectrochimica Acta Part A; Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 66(1), 135-142.
- [25] Bouchard, M., & Gambardella, A. (2010). Raman microscopy study of synthetic cobalt blue spinels used in the field of art. *Journal of Raman Spectroscopy*, 41(11), 1477-1485.
- [26] Eppler, R. A., & Obstler, M. (2005). *Understanding Glazes*, The American Ceramic Society Westerville, Ohio. ISBN: 1-57498-222-2.
- [27] Kremenović, A., Colomban, Ph., Piriou, B., Massiot, D., & Florian, P. (2003). Structural and spectroscopic characterization of the quenched hexacelsiana. *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, 64(11), 2253-2268.
- [28] Henry, D. G., Watson, J. S., & John, C. M. (2017). Assessing and calibrating the ATR-FTIR approach as a carbonate rock characterization tool. *Sedimentary Geology*, 347, 36-52.
- [29] Kontoyannis, C. G., & Vagenas, N. V. (2000). Calcium carbonate phase analysis using XRD and FT-Raman spectroscopy. *The Analyst*, 125(2), 251-255.
- [30] Waal, D. (2009). Micro-Raman and portable Raman spectroscopic investigation of blue pigments in selected Delft plates (17–20th Century). *Journal of Raman Spectroscopy*, 40(12), 2162-2170.
- [31] Mokrzycki W., Tatol M. (2012). Color difference Delta E - A survey Colour difference  $\Delta E$  - A survey, *Machine Graphics and vision*.
- [32] Robinet, L., Eremin, K., Couprie, C., Hall, C., & Lacome, N. (2007). Effect of organic acid vapors on the alteration of soda silicate glass. *Journal of Non-Crystalline Solids*, 353(16), 1546-1559.
- [33] Tournié, A., Ricciardi, P., & Colomban, Ph. (2008). Glass corrosion mechanisms: A multiscale analysis. *Solid State Ionics*, 179(38), 2142-2154.
- [34] Waterland, M. R., Stockwell, D., & Kelley, A. M. (2001). Symmetry breaking effects in NO<sub>3</sub><sup>-</sup>: Raman spectra of nitrate salts and ab initio resonance Raman spectra of nitrate–water complexes. *The Journal of Chemical Physics*, 114(14), 6249-625.
- [35] Carter, Barry C., Norton, Grant M. (2013). *Ceramic Materials – Science and Engineering*, Second Edition. Springer. New York.
- [36] Shirai, H., Morioka, Y., & Nakagawa, I. (1982). Infrared and Raman Spectra and Lattice Vibrations of Some Oxide Spinel. *Journal of Physical Society of Japan*, 51(2), 592-597.
- [37] <http://rruff.info/> (acedido a 21/09/2017).
- [38] Oujja, M., Sanz, M., Álvarez de Buergo, M., Fort, R. & Castillejo, M. (2011). Laser-induced fluorescence and FT-Raman spectroscopy for characterizing patinas on stone substrates. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 402, 1433-1441. DOI 10.1007/s00216-011-5319-2.
- [39] Sánchez-Pastor, N., Oehlerich, M., Astilleros, J., Kaliwoda, M., Mayr, C., Fernández-Díaz L., & Schmahl, W. (2015). Crystallization of ikaite and its pseudomorphic transformation into calcite: Raman spectroscopy evidence. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 175 (2016), 271–281.
- [40] Vicente, S. (2016). *A escultura como expressão pública da cidadania: a monumentalização da cidade de Almada entre 1974 e 2013*. (Dissertação de Doutoramento, Universidade de Lisboa - Faculdade de Belas Artes), retirado de <http://hdl.handle.net/10451/24023>
- [41] Deliberação municipal de atribuição á escultora Virginia Fróis a execução do Monumento, ata de reunião de Câmara de 30/04/93, livros de atas da CMA, 3279, 220.

**ANEXOS**

## ÍNDICE DE CONTEÚDOS

ANEXO I: Relatório de caracterização da obra .....	1
I.I. Descrição da obra .....	1
I.II. Conceito e significância cultural .....	3
I.III. Produção e instalação .....	4
I.IV. Caracterização química e mineralógica .....	7
ANEXO II: Glossário .....	11
ANEXO III: Diagnóstico do Estado de Conservação .....	12
III.I. Danos e formas de alteração .....	12
III.II. Caracterização das incrustações .....	13
ANEXO IV: Entrevista à artista Virgínia Fróis (Transcrição) .....	16
IV.I. E-mail's trocados com a artista – questões sobre a obra .....	27
ANEXO V: Maquetes teste produzidas pela artista Utilizadas na caracterização MAterial .....	28
ANEXO VI: Mapeamentos das áreas da amostragem .....	29
ANEXO VII: Materiais e métodos .....	31
VII.I. Estéreo microscópio .....	31
VII.II. Microscopia ótica .....	31
VII.III. Microscopia confocal de varrimento laser (MCVL) .....	31
VII.IV. Micro-espectroscopia de fluorescência de raios X dispersiva de energia ( $\mu$ -FRX-DE) .....	31
VII.V. Microscopia Raman ( $\mu$ -Raman) .....	32
VII.VI. Micro-espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier ( $\mu$ -FTIR) .....	32
VII.VII. Colorimetria .....	32
ANEXO VIII: Reprodução dos materiais da obra MAP – parte experimental .....	33
VIII.I. Corpo cerâmico .....	34
VIII.II. Engobes pastosos coloridos .....	34
VIII.III. Engobe azul aguado .....	34
VIII.IV. Vidrados .....	34
VIII.V. Aplicação dos revestimentos .....	34
VIII.VI. Cozedura .....	35
ANEXO IX: Ação dos produtos de limpeza na remoção de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) .....	36
IX.I. Ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) .....	36
IX.II. Ácido láctico ( $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ ) .....	36
IX.III. Citrato trissódico ( $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ ) .....	36
IX.IV. Ácido etilenodiamina tetra-acético trisódico ( $\text{Na}_3\text{EDTA}$ ) .....	36
IX.V. Resina de troca iônica .....	36
ANEXO X: Ensaio de condutividade .....	37
ANEXO XI: Colorimetria dos ensaios de eficácia e nocividade .....	37
ANEXO XII: Microscopia ótica (MO) – ensaio nocividade .....	39
ANEXO XIII: Microscopia confocal de varrimento laser (MCVL) - ensaio de nocividade .....	40

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I - Fotografias dos elementos escultóricos à data da inauguração (1994): a) Colunas Brancas com face vidrada azul turquesa; b) Cálice Coluna; c) Marco/Obelisco e d) Coluna Torta. Imagens cedidas pelo Arquivo Histórico de Almada e pela artista.....	1
Figura II - Estudos preparatórios da obra: em cima, esboço dos elementos escultóricos e em baixo, maquete em cerâmica. ....	2
Figura III - Esquema do corte estratigráfico e superfície dos diferentes tipos de revestimentos presentes na obra. Estratigrafia sobre o corpo cerâmico: a) engobe pastoso colorido, b) engobe azul aguado nos sulcos do engobe branco e c) vidrado azul turquesa sobre o engobe branco marmoreado. Fotografias da superfície dos revestimentos: d) engobe vermelho pastoso, e) efeito marmoreado no engobe branco e f) vidrado azul turquesa. ....	5
Figura IV - a) e b) espectro representativo, obtido através $\mu$ -Raman em todo os engobes (amostras recolhidas e reproduções), do aluminato de cobalto – $\text{CoAl}_2\text{O}_4$ (colorante do ENG_A) e da hematite – $\text{Fe}_2\text{O}_3$ (colorante do ENG_V) e $\alpha$ -quartzo – $\alpha\text{-SiO}_2$ e c) fase cristalina rutilo – $\text{TiO}_2$ identificado em todas as reproduções de engobe pastoso branco. ....	9
Figura V - a) espectro representativo, obtido por $\mu$ -Raman, da fase cristalina celsiana ( $\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ ) identificados em todas as amostras de vidrado analisado (amostras recolhidas na obra e reproduções) e b) microfotografia de um cristal de celsian na matriz vítrea dos vidrados reproduzidos. ....	9
Figura VI - a) espectro representativo, obtido por $\mu$ -Raman, da fase cristalina de tenorite ( $\text{CuO}$ ) detetadas nas reproduções dos vidrados, b) microfotografia de cristais de tenorite nas zonas amarelas/esverdeadas das reproduções de vidrado. ....	9
Figura VII – Registo fotográfico de alguns danos e formas de alteração identificados: a) grafiti, b) perda de material, c) lacuna, d) escorrência metálica, e) planta vascular e f) microrganismos. ....	12
Figura VIII - Mapeamentos dos diferentes tipos incrustação identificados e outras patologias na Coluna Brancas (A, B, C e D): BRugEsp, BFin, Rug (branca, amarela e cinzenta), AEmp, ACer e Acer (rugosa), escorrências metálicas, patina biológica e graffiti. ....	13
Figura IX - Mapeamentos dos diferentes tipos incrustação identificados e outras patologias no Cálice Coluna: BRugEsp, Rug (branca, amarela e cinzenta), AEmp, escorrências metálicas e patina biológica. ....	14
Figura X - Mapeamentos dos diferentes tipos incrustação identificados e outras patologias no Coluna Torta (esquerda) e no Marco/Obelisco (direita): BRugEsp, Rug (amarela, branca e cinzenta), BFin, escorrências de água e patina biológica. ....	14
Figura XI - a) espectros de $\mu$ -Raman, representativos de todas as amostras, das camadas de incrustação – aragonite e calcite e b) espectros obtidos por $\mu$ - FTIR das diferentes incrustações BRugEsp, Rug e BFin. ....	15
Figura XII - a) Microfotografia de uma secção transversal da amostra de incrustação Acer (sobre o vidrado): (1) resina, (2) superfície da incrustação em contacto com o vidrado e (3) incrustação; (b) mapa da distribuição de Al, Si, Ca, Cu e Zn, obtido por $\mu$ -FRX-DE, na área da incrustação assinalada na figura (a) onde se observa que a área (2) é mais rica em Cu. ....	16
Figura XIII - a) e d) maquetes teste dos engobes coloridos (azul, vermelho e branco) produzidas pela artista durante a execução da obra (1993): b) e c) pormenor da superfície com e sem polimento dos engobes azul e vermelho, respetivamente e e) pormenor da superfície do engobe branco – efeito marmoreado. ....	28

Figura XIV - a) maquete teste do vidrado azul turquesa produzida pela artista durante a execução da obra (1993) e b) pormenor da superfície do vidrado – efeito marmoreado conferido pelo engobe azul aguado sob o vidrado azul turquesa.....	28
Figura XV - Planta da obra Monumento ao Associativismo Popular: identificação de todos os elementos escultóricos – Colunas Brancas com face vidrada azul turquesa (CB), Cálice Coluna (CC), Marco/Obelisco (M/O) e Coluna Torta (CT). A vermelho encontram-se assinalados os locais de recolha das incrustações rugosas (Rug) no mosaico. ....	29
Figura XVI - Mapeamento da recolha de amostras dos materiais da obra (engobes coloridos azul, vermelho e branco e vidrado azul turquesa) indicadas a verde e amostras dos diferentes tipos de incrustação (identificadas na tabela II do presente anexo) indicadas a vermelho. A recolha foi realizada na Coluna Branca B (CB), Coluna Torta (CT) e Marco/Obelisco (M/O).....	29
Figura XVII – Processo de reprodução do engobe pastoso vermelho: a) e b) formulação da pasta de engobe, c) preparação da lastra para receber o engobe, d) e e) aplicação do engobe vermelho sobre a lastra pela artista, f), g) e h) reproduções do engobes vermelho, azul e branco após a cozedura.....	35
Figura XVIII - Proposta da ação do citrato trissódico na remoção de iões $\text{Ca}^{2+}$ constituintes das incrustações calcárias com base em [45]. ....	36
Figura XIX - Proposta da ação do ácido etilenodiamina tetra-acético trissódico na remoção de iões de $\text{Ca}^{2+}$ constituintes das incrustações calcárias.....	36
Figura XX - Esquema ilustrativo da ação de uma resina de permuta iónica (catiónica) na remoção de iões de $\text{Ca}^{2+}$ ( <a href="http://www.ionicsystems.com/en/resin.php">http://www.ionicsystems.com/en/resin.php</a> ). ....	36



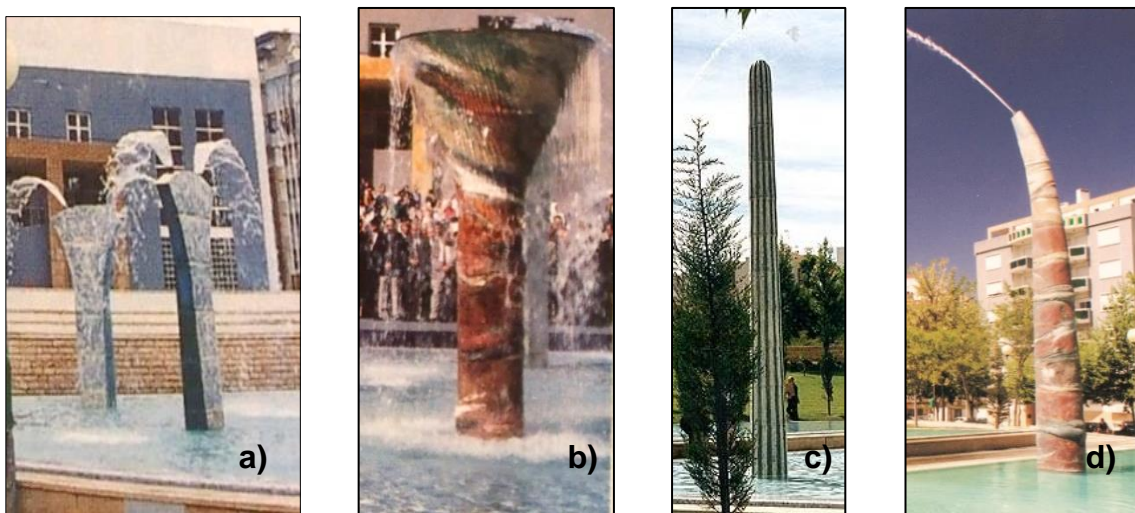
## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela I - Composição média do corpo cerâmico da obra MAP (através da análise da maquete teste produzida pela artista) e do corpo cerâmico das reproduções, obtidas por $\mu$ -FRX-DE. ....	7
Tabela II – Composição média do engobe vermelho pastoso na obra MAP (através da análise de amostras recolhidas in situ), na maquete teste produzida pela artista e nas reproduções, obtida por $\mu$ -FRX-DE. ....	7
Tabela III - Composição média do engobe azul pastoso na obra MAP (através da análise de amostras recolhidas in situ), na maquete teste produzida pela artista e nas reproduções, obtida por $\mu$ -FRX-DE. ....	7
Tabela IV - Composição média do engobe branco pastoso na obra MAP (através da análise de amostras recolhidas in situ), na maquete teste produzida pela artista e nas reproduções, obtida por $\mu$ -FRX-DE. ....	8
Tabela V - Composição média dos vidrados azul turquesa na obra MAP (através da análise de amostras recolhidas in situ), na maquete teste produzida pela artista e nas reproduções, obtida por $\mu$ -FRX-DE. ....	8
Tabela VI - Caracterização dos compostos identificados por $\mu$ -Raman nos engobes pastosos coloridos e vidrado azul turquesa (amostras MAP e reproduções). São apresentados os números de onda ( $\text{cm}^{-1}$ ), atribuição de compostos e atribuição de modos vibracionais (flexão - $\delta$ , distensão - $\nu$ , pseudo translação - $T'$ e modos polares). ....	10
Tabela VII - Resumo da caracterização dos diferentes tipos de incrustação identificados na obra, de acordo com os parâmetros estabelecidos (dados complementares em Anexo V – Tabela II). ....	15
Tabela VIII - Caracterização dos compostos identificados por $\mu$ -Raman das incrustações recolhidas in situ. São apresentados os números de onda ( $\text{cm}^{-1}$ ), atribuição de compostos e atribuição de modos vibracionais (flexão - $\delta$ , distensão - $\nu$ , pseudo translação - $T'$ e modos polares). ....	15
Tabela IX - Identificação das amostras recolhidas na obra, mapeadas na figura IV, dos diferentes tipos de incrustação presentes na obra. ....	30
Tabela X - Receituário dos diferentes materiais utilizados na obra “Monumento ao Associativismo Popular”, formulado pela artista Virgínia Fróis juntamente com a fábrica da ABRIGADA em 1993 (Receituário V.F.), e receituário das reproduções desses mesmos materiais produzidas com a artista em 2017 (Receituário Repr.). ....	33
Tabela XI - Medidas de condutividade dos provetes de engobe branco sem tratamento (controlo e agar-agar) e com tratamento ( $\text{Na}_3\text{EDTA}$ e Kalkrent). ....	37
Tabela XII - Valores de colorimetria após o ensaio de nocividade dos métodos químicos/ via húmida em variação de coordenadas $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ ( $\Delta L^*$ , $\Delta a^*$ , $\Delta b^*$ ) e média de variação total de cor ( $\Delta E_{\text{Lab}}$ ) e respetivo desvio padrão. ....	37
Tabela XIII - Valores de colorimetria após o ensaio de nocividade do método mecânico em variação de coordenadas $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ ( $\Delta L^*$ , $\Delta a^*$ , $\Delta b^*$ ) e média de variação total de cor ( $\Delta E_{\text{Lab}}$ ) e respetivo desvio padrão. ....	38
Tabela XIV - Microfotografias da superfície dos provetes das reproduções de vidrado antes e após o ensaio de nocividade dos métodos químicos/via húmida em campo escuro. ....	39
Tabela XV - Imagens da superfície das reproduções de vidrado antes e após o ensaio de nocividade dos métodos químicos/via húmidas através de MCVL. ....	40
Tabela XVI - Imagens da superfície das reproduções de engobe colorido antes e após o ensaio de nocividade dos métodos químicos/via húmidas através de MCVL. ....	41

### I.I. Descrição da obra

A obra MAP é um grupo escultórico não agregado constituído por sete elementos formais representativos do movimento associativo – quatro *Colunas Brancas com face azul turquesa*, o *Cálice Coluna*, o *Marco/Obelisco* e a *Coluna Torta* – ligados por água em movimento (Fig. I). Os elementos escultóricos são em cerâmica refratária revestida com engobes coloridos (azul, vermelho, branco e castanho) e vidrados alcalinos azul turquesa, inseridos em dois espaços geométricos – lagos ou espelhos de água – que juntamente com um espaço de jardim configuram uma elipse.

Ambos os lagos apresentam uma dupla parede sendo a interior revestida por mosaico de vidro em tons de roxo, branco e cinzento e a exterior revestida por placas de pedra. No lago de maiores dimensões estão inseridos seis elementos escultóricos, e a parede oeste apresenta uma inscrição referente à temática da obra. Separado por um acesso pedonal encontra-se o lago de menores dimensões, com forma semi-elíptica, que alberga a *Coluna Torta*.



**Figura I** - Fotografias dos elementos escultóricos à data da inauguração (1994): a) *Colunas Brancas com face vidrada azul turquesa*; b) *Cálice Coluna*; c) *Marco/Obelisco* e d) *Coluna Torta*. Imagens cedidas pelo Arquivo Histórico de Almada e pela artista.

As *Colunas Brancas* são em forma de machado e possuem dois bicos lâmina em metal no topo para a projeção de água em forma de arcos perfeitos. As duas faces de maior dimensão são revestidas com engobe branco e as restantes, em maior contacto com água, possuem um vidrado a azul turquesa claro. O *Cálice Coluna* possui forma de cálice e uma caleira em latão no topo que transborda quando cheia, criando um efeito de cortina de água. Todo o elemento é colorido nas cores azul, vermelho, amarelo e branco, que se desenvolvem em espiral ao longo da coluna, sendo toda a superfície texturada. O *Marco/Obelisco* tem uma forma cilíndrica com sulcos ou canais e a água escorre pela superfície a partir do topo. Os sulcos são revestidos com vidrado azul turquesa claro e a restante superfície com o engobe branco. A *Coluna Torta* é ligeiramente cónica e o topo possui uma curvatura para o interior dos lagos. É rematada por um bico cometa que projeta um jato de água em arco na direção do *Cálice Coluna*. A face voltada para o *Cálice Coluna* é revestida com o vidrado azul turquesa escuro e a restante superfície com os engobes coloridos.



### I.II. Conceito e significância cultural

Na concepção do *monumento* a artista teve em consideração as formas e as cores do local de instalação, as características do espaço envolvente, as diretrizes do concurso, e também os seus trabalhos anteriores. Na memória descritiva a artista descreve os quatro elementos – Água, Terra, Fogo e Ar - como a génese do seu projeto. Na entrevista à artista (Anexo IV) sobressai a Água como o elemento identitário da obra, tal como inscrito no próprio monumento: “A ÁGUA ELEMENTO ACTIVO VEÍCULO DE IDEIAS GERADORA DE PROJECTOS”. Os elementos cerâmicos são os condutores deste movimento – “AS FORMAS ORIENTAM A ÁGUA ESTABELECEM MARCOS LUGARES DE ORIGEM”. É também através da água que a artista une os elementos escultóricos [40].

Nos elementos escultóricos foi através da forma, cor e textura que a artista foi ao encontro da celebração do movimento associativo. As quatro *Colunas Brancas* invocam as quatro áreas do associativismo popular – cultural, recreativo, gimnodesportivo e solidariedade – concebendo entre si um espaço através dos oito arcos de água, que segundo a artista “criam relações entre interior e exterior, estabelecem interações entre o sonhado e o realizado”. Estas representam o homem, verticalidade e clareza, sendo estes os pilares que sustentam “projectos colectivos de homens socialmente activos” [41]. Em linha ergue-se o *Cálice Coluna*, elemento que celebra o movimento associativista e recebe o “arco do triunfo” projetado pela Coluna Torta, também remetendo para à celebração. Por fim, o *Marco/Obelisco* é o elemento que marca o acontecimento, e evoca as associações centenárias representadas pelas quatro *Colunas Brancas*. Através desta coluna a artista pretendeu passar a ideia de continuidade e capacidade de resposta em diferentes épocas através da água que escorre pelos sulcos vidrados [41]. Os efeitos cromáticos e texturais dos vidrados azul turquesa remetem igualmente para o elemento Água enquanto que as cores e as texturas dos engobes coloridos (azul, vermelho, castanho e branco) configuram o movimento ascendente dos elementos escultóricos e fazem “vibrar a superfície” através da modelação da luz.

Na entrevista a artista revelou que durante o processo criativo teve sempre a preocupação de criar um espaço para o público convidando-o a participar na obra, nunca imaginou que após a inauguração o *monumento* fosse um espaço de eleição para fotografar casamentos e batizados. Em conversa com os moradores ficou ainda claro um sentimento de carinho relativo à dinâmica que a obra trouxe ao espaço, nos anos seguintes à inauguração, recordando-se com saudade as cores, os sons e efeitos criados pela água. Para além do valor estético, a obra MAP possui um valor social inegável, patente desde a sua génese, na ideia de erguer um monumento ao associativismo, até à fruição da mesma.



### I.III. Produção e instalação

A obra MAP teve duas fases de execução distintas: produção de elementos escultóricos em cerâmica na fábrica da ABRIGADA e montagem da obra *in situ*, pelas empresas CONSULMAR e TRANSURBE.

#### a) *Produção dos elementos escultóricos*

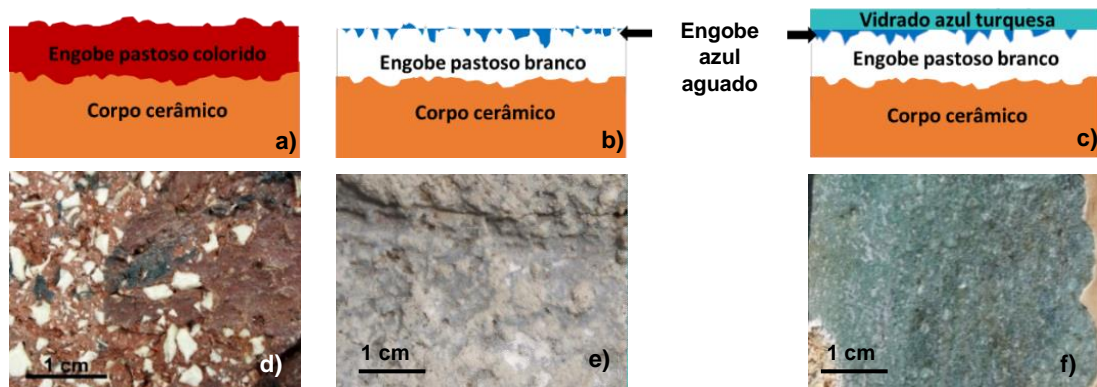
A produção dos elementos escultóricos foi feita na fábrica da ABRIGADA em colaboração com a artista. Cada elemento é constituído por tasselos<sup>1</sup>, com cerca de 50 cm de altura e 5 cm de espessura, produzidos em sistema de monocozedura<sup>1</sup>. A pasta cerâmica<sup>1</sup> foi formulada a partir da pasta chamotada refratária standard da ABRIGADA (referência GFP), à qual foi adicionada 2% (%m/m) de frita de vidro (Anexo VIII). O chamote<sup>1</sup> utilizado foi caco de porcelana moído de grão fino a grosseiro. Após cozedura, esta pasta originou um grés refratário. A conformação dos tasselos foi feita através da técnica de cofragem<sup>2</sup>. O processo teve início no desenho de cada tasselo, que serviu de referência à execução dos moldes em madeira revestidos a chapa metálica. A pasta cerâmica foi depois comprimida no interior do molde com o auxílio de um maço de madeira. Após a extração dos moldes, os tasselos foram ainda conformados manualmente pela artista.

Os revestimentos – quatro engobes pastosos coloridos (azul, vermelho, castanho e branco), dois engobes aguados azuis e dois vidrados azul turquesa – foram formulados pela artista (Anexo III). De acordo com o receituário da artista, os engobes pastosos azul e vermelho foram preparados com a mesma pasta refratária utilizada na reprodução do corpo cerâmico, à qual foram adicionados óxido de cobalto e óxido de ferro, respetivamente. A pasta do engobe castanho não tem qualquer colorante e o engobe branco possui uma composição distinta dos demais, pois foi preparado com caulino, sílica e feldspato e um chamote em pó, de composição desconhecida. Os dois engobes aguados em tons de azul – *claro* e *escuro* – foram preparados com caulino e frita de borossilicato. Como colorantes foram utilizados os óxidos de cobalto e cobre. Os vidrados têm como matéria-prima principal o feldspato petalite e o carbonato de bário e como colorante óxido de cobre.

Os revestimentos foram aplicados manualmente pela artista sobre a forma de pastas, no caso dos engobes pastosos, com esponja, no caso dos engobes aguados, e por aerógrafo, no caso dos vidrados. Os engobes pastosos coloridos que revestem o *Cálice Coluna*, a *Coluna Torta* e o *Marco/Obelisco* foram aplicados diretamente sobre o corpo cerâmico ainda húmido. Nas suas superfícies a artista produziu depois desenhos gráficos e texturas. Nas *Colunas Brancas* foi aplicada uma primeira camada de engobe branco, na qual foram também feitas incisões à semelhança dos engobes coloridos. De seguida, a artista aplicou os dois engobes aguados, de modo a que a cor azul ficasse depositada nos sulcos criando um efeito de marmoreado. Quando empregues, os vidrados foram aplicados sobre esta camada deixando transparecer os veios azuis. A Figura II ilustra a estratigrafia e superfície dos elementos cerâmicos.

---

<sup>1,2</sup> Ver Glossário – Anexo II



**Figura III** - Esquema do corte estratigráfico e superfície dos diferentes tipos de revestimentos presentes na obra. Estratigrafia sobre o corpo cerâmico: a) engobe pastoso colorido, b) engobe azul aguado nos sulcos do engobe branco e c) vidro azul turquesa sobre o engobe branco marmoreado. Fotografias da superfície dos revestimentos: d) engobe vermelho pastoso, e) efeito marmoreado no engobe branco e f) vidro azul turquesa.

Após a secagem dos revestimentos, os tasselos foram cozidos num forno de campânula a gás à temperatura de 1220 °C, com uma ligeira redução durante um patamar de 1 hora e o arrefecimento até à temperatura ambiente. Depois da cozedura, a artista reforçou os sulcos criados na superfície dos engobes com uma rebarbadora e, por fim, terminou o tratamento da superfície com um polimento.

### ***b) Instalação da obra in situ***

Os tasselos foram unidos com espigões metálicos e as linhas de união seladas com uma mistura de poliéster (segundo a artista) e engobe colorido. Após a montagem a artista realizou com o auxílio de uma rebarbadora os últimos acabamentos de superfície, para salientar os contrastes entre superfícies rugosas e polidas.

Os elementos escultóricos encontram-se monoliticamente ligados à laje através de estruturas em betão armado montadas no interior dos elementos. Os lagos, já existentes quando a obra foi projetada, possuem um sistema hidráulico fechado, reaproveitado para a instalação dos efeitos de projeção de água pretendidos pela artista. Além do sistema de filtragem de água montado na câmara de manobras foi também apresentada uma proposta de tratamento de águas pela empresa CONSULMAR com as seguintes indicações (consultar documentos PROV\_205 e VOL1\_205, Material Suplementar):

- Foi fornecido e instalado um conjunto doseador de reagente destinado à cloração essencialmente constituídos por bomba, cuba e injetor;
- Um estojo de análises de água para controle do pH, cloro livre e total;
- Tendo em conta o circuito hidráulico (circuito de renovação de água fechado) existente, foram adotados períodos mais curtos de regeneração da água. Assim sendo propôs-se um número de horas de renovação de 5,5 horas;
- Verificação diária, dos teores do cloro (0,5 a 0,7 mg/l.) podendo nos casos de supercloração chegar ao dobro. O cloro a utilizar deverá ter características ácidas (dicloro), com a intenção simultânea de correção do pH, cujos valores deverão estar compreendidos entre os 7,2 e os 7,6.

O sistema de iluminação está equipado com 11 focos embutidos nas paredes dos lagos e 20 focos móveis no fundo dos lagos destinados à iluminação direta dos elementos escultórico, especificações dos equipamentos de iluminação apresentadas no documento PROV\_205 – Material Suplementar.

## I.IV. Caracterização química e mineralógica

### a) Semi-quantificação por $\mu$ -FRX-DE dos materiais da obra MAP (amostras recolhidas *in situ* e nas maquetes teste) e das reproduções.

**Tabela I** - Composição média do corpo cerâmico da obra MAP (através da análise da maquete teste produzida pela artista) e do corpo cerâmico das reproduções, obtidas por  $\mu$ -FRX-DE.

Amostra	%m/m	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ppm	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	NiO	ZnO	Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Rb2O	SrO	PbO
Maquete_corpo cerâmico	Média	26.8	67.0	2.46	0.41	0.82	2.35	127	60	69	358	75	223	108	69	
	DP	2.2	4.3	0.14	0.12	0.17	0.73	42	9	4	83	4	24	5	14	
Reprodução_corpo cerâmico	Média	27.8	66.3	2.30	0.16	0.69	2.62	147	59	47	524	69	160	159	230	
	DP	2.0	4.0	0.24	0.08	0.14	0.21	15	12	5	178	5	11	10	211	

DP: Desvio padrão

**Tabela II** – Composição média do engobe vermelho pastoso na obra MAP (através da análise de amostras recolhidas *in situ*), na maquete teste produzida pela artista e nas reproduções, obtida por  $\mu$ -FRX-DE.

Amostra	%m/m	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ppm	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CuO	MnO	NiO	ZnO	Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Rb <sub>2</sub> O	SrO	PbO
MAP_CTorta_Eng_Vermelho	Média	21.9	69.5	2.11	0.45	0.87	5.06	155	242	47	71	228	46	179	163	121	
	DP	0.9	2.3	0.13	0.23	0.16	0.48	26	119	5	18	47	8	41	36	25	
Maquete_engobe_vermelho	Média	23.7	64.4	2.11	0.85	0.88	7.81	159	66	45	79	172	75	112	72	426	
	DP	1.7	4.3	0.29	0.26	0.08	1.41	24	12	13	22	24	45	18	5	48	
Reprodução_eng_vermelho	Média	26.7	62.5	2.33	0.31	0.73	7.22	145	61	n.d.	49	441	67	149	149	226	
	DP	2.6	2.2	0.24	0.08	0.04	0.40	13	3	n.d.	4	48	4	5	3	33	

DP: Desvio padrão

**Tabela III** - Composição média do engobe azul pastoso na obra MAP (através da análise de amostras recolhidas *in situ*), na maquete teste produzida pela artista e nas reproduções, obtida por  $\mu$ -FRX-DE.

Amostra	%m/m	Al2O3	SiO2	K2O	CaO	TiO2	Fe2O3	CoO	ppm	CuO	Cr2O3	MnO	NiO	ZnO	Ga2O3	Rb2O	SrO	ZrO	BaO	PbO
MAP_CTorta_Eng_azul	Média	21.0	68.1	1.75	4.31	0.47	0.83	3.19		276	76	57	n.d.	135	n.d.	121	316	244	165	175
	DP	2.5	8.5	0.08	0.43	0.03	0.08	0.19		49	5	13	n.d.	29	n.d.	49	83	56	54	13
Maquete_engobe_azul	Média	19.0	64.2	2.19	5.47	0.63	1.13	4.78		955	n.d.	85	n.d.	99	57	110	124	n.d.	n.d.	255
	DP	2.5	7.9	0.33	0.00	0.11	0.09	1.07		751	n.d.	7	n.d.	13	21	33	29	n.d.	n.d.	49
Reprodução_eng_azul	Média	25.0	65.1	2.30	0.43	0.59	1.87	4.47		72	98	104	351	404	60	144	187	n.d.	n.d.	227
	DP	0.8	0.8	0.14	0.33	0.10	0.13	1.17		18	14	12	83	99	14	12	33	n.d.	n.d.	39

DP: Desvio padrão



**Tabela IV** - Composição média do engobe branco pastoso na obra MAP (através da análise de amostras recolhidas *in situ*), na maquete teste produzida pela artista e nas reproduções, obtida por  $\mu$ -FRX-DE.

Amostra	%m/m	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ppm	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CoO	CuO	MnO	NiO	ZnO	Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Rb <sub>2</sub> O	SrO	BaO	PbO
MAP_obelisco	<b>Média</b>	<b>29.8</b>	<b>63.0</b>	<b>1.24</b>	<b>4.48</b>	<b>0.63</b>	<b>0.51</b>		<b>85</b>	<b>76</b>	<b>213</b>	<b>42</b>	<b>76</b>	<b>89</b>	<b>80</b>	<b>63</b>	<b>1188</b>	<b>136</b>	<b>n.d.</b>
_eng_branco	DP	7.7	4.3	0.15	1.93	0.19	0.16		17	9	110	5	8	11	16	7	571	5	n.d.
Maquete_engo	<b>Média</b>	<b>28.5</b>	<b>60.5</b>	<b>1.60</b>	<b>8.00</b>	<b>0.36</b>	<b>0.84</b>		<b>70</b>	<b>n.d.</b>	<b>106</b>	<b>56</b>	<b>83</b>	<b>188</b>	<b>111</b>	<b>59</b>	<b>522</b>	<b>n.d.</b>	<b>46</b>
be_branco	DP	1.2	4.3	0.21	0.47	0.02	0.00		5	n.d.	21	5	13	8	45	5	0	n.d.	7
Reprodução_e	<b>Média</b>	<b>33.7</b>	<b>63.8</b>	<b>1.00</b>	<b>0.01</b>	<b>0.29</b>	<b>1.00</b>		<b>50</b>	<b>n.d.</b>	<b>62</b>	<b>n.d.</b>	<b>49</b>	<b>93</b>	<b>69</b>	<b>40</b>	<b>1171</b>	<b>n.d.</b>	<b>179</b>
ngobe_branco	DP	0.0	6.8	0.09	0.00	0.04	0.07		6	n.d.	8	n.d.	7	10	5	2	184	n.d.	16

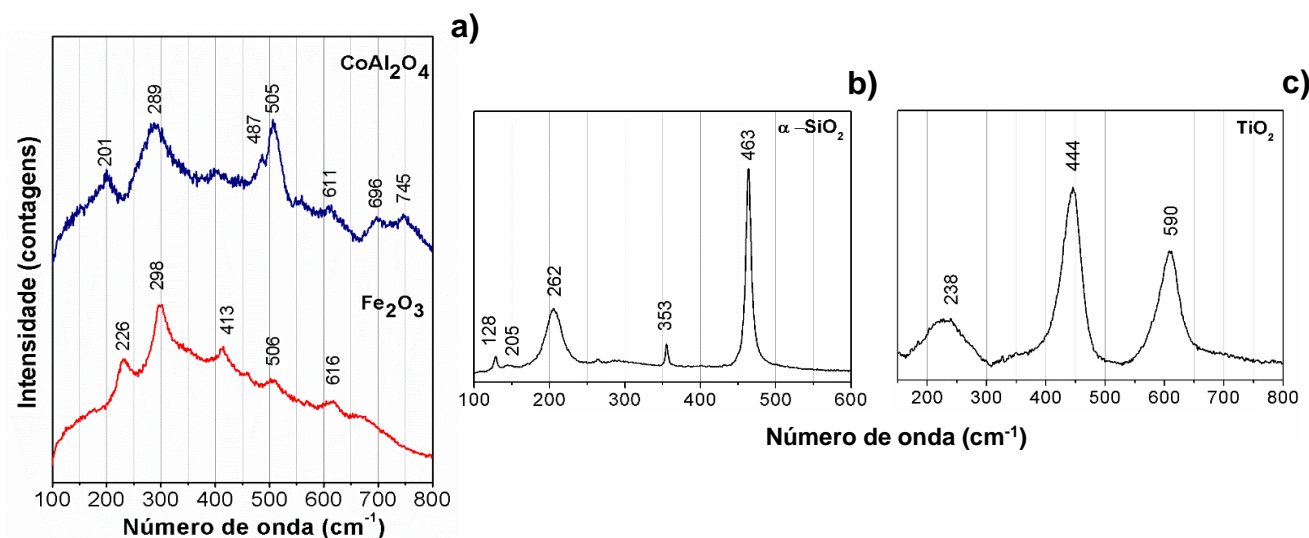
DP: Desvio padrão

**Tabela V** - Composição média dos vidrados azul turquesa na obra MAP (através da análise de amostras recolhidas *in situ*), na maquete teste produzida pela artista e nas reproduções, obtida por  $\mu$ -FRX-DE.

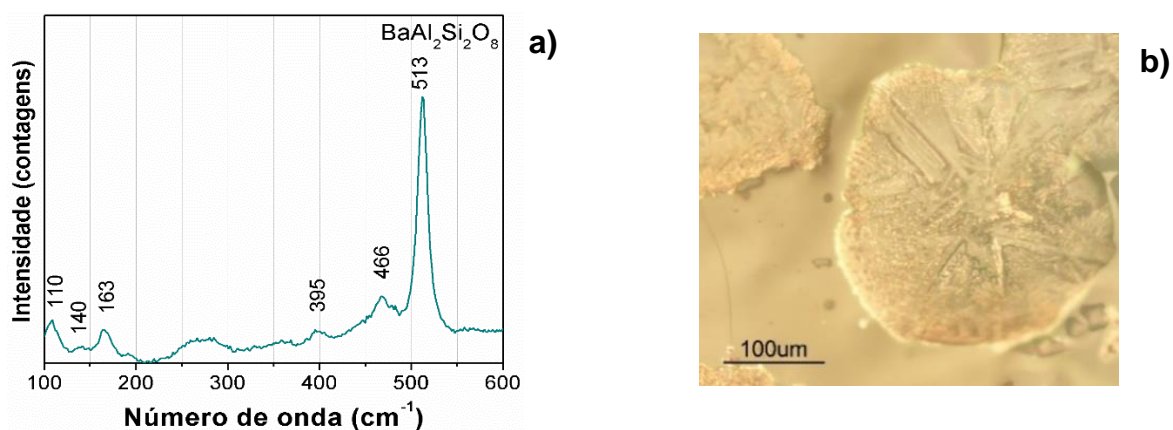
Amostra		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CoO	CuO	MnO	ZnO	Rb <sub>2</sub> O	SrO	SnO	Sb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	BaO	PbO
MAP_ColA_VTurq_claro	<b>Média</b>	<b>13.6</b>	<b>56.4</b>	<b>2.01</b>	<b>4.45</b>	<b>0.07</b>	<b>0.17</b>	<b>0.10</b>	<b>1.12</b>	<b>0.10</b>	<b>3.09</b>	<b>0.07</b>	<b>0.37</b>	<b>0.02</b>	<b>0.40</b>	<b>17.9</b>	<b>0.06</b>
	DP	0.5	1.7	0.11	0.74	0.00	0.02	0.03	0.11	0.01	0.22	0.00	0.04	0.00	0.01	2.2	0.00
MAP_ColB_VTurq_claro	<b>Média</b>	<b>12.2</b>	<b>58.0</b>	<b>2.51</b>	<b>4.58</b>	<b>0.05</b>	<b>0.20</b>	<b>n.d.</b>	<b>1.97</b>	<b>0.14</b>	<b>3.42</b>	<b>0.07</b>	<b>0.40</b>	<b>0.02</b>	<b>0.36</b>	<b>15.8</b>	<b>0.07</b>
	DP	0.05	0.0	0.14	1.16	0.00	0.06	n.d.	0.12	0.02	0.05	0.00	0.02	0.00	0.01	0.5	0.00
MAP_Obelisco_VTurq_claro	<b>Média</b>	<b>27.4</b>	<b>49.3</b>	<b>1.80</b>	<b>15.5</b>	<b>0.35</b>	<b>0.61</b>	<b>0.24</b>	<b>0.56</b>	<b>0.03</b>	<b>0.57</b>	<b>0.02</b>	<b>0.17</b>	<b>0.07</b>	<b>0.34</b>	<b>3.09</b>	<b>0.04</b>
	DP	0.5	0.5	0.23	1.3	0.06	0.05	0.04	0.10	0.01	0.14	0.01	0.03	0.01	0.05	0.80	0.01
MAP_CTorta_VTurq_escuro	<b>Média</b>	<b>10.0</b>	<b>56.6</b>	<b>2.27</b>	<b>6.63</b>	<b>0.07</b>	<b>0.24</b>	<b>0.01</b>	<b>1.38</b>	<b>0.14</b>	<b>3.10</b>	<b>0.07</b>	<b>0.39</b>	<b>0.02</b>	<b>n.d.</b>	<b>19.0</b>	<b>0.10</b>
	DP	2.9	1.3	0.20	1.30	0.00	0.05	0.01	0.22	0.02	0.14	0.01	0.05	0.00	n.d.	0.8	0.01
Maquete_vidrado_azul	<b>Média</b>	<b>12.0</b>	<b>49.0</b>	<b>2.97</b>	<b>1.13</b>	<b>0.08</b>	<b>0.28</b>	<b>0.01</b>	<b>2.73</b>	<b>0.10</b>	<b>2.80</b>	<b>0.09</b>	<b>0.57</b>	<b>0.02</b>	<b>0.42</b>	<b>27.7</b>	<b>0.06</b>
	DP	0.8	0.8	0.11	0.29	0.00	0.07	0.01	0.17	0.01	0.08	0.00	0.03	0.00	0.06	1.7	0.01
Reprodução_vid_Turquesa_claro	<b>Média</b>	<b>15.8</b>	<b>55.2</b>	<b>0.85</b>	<b>2.74</b>	<b>0.06</b>	<b>0.08</b>	<b>n.d.</b>	<b>2.21</b>	<b>0.01</b>	<b>3.92</b>	<b>0.01</b>	<b>0.22</b>	<b>0.02</b>	<b>0.35</b>	<b>18.5</b>	<b>0.03</b>
	DP	0.6	4.9	0.08	0.07	0.00	0.05	n.d.	0.50	0.00	0.34	0.00	0.02	0.00	0.01	1.3	0.00

DP: Desvio padrão

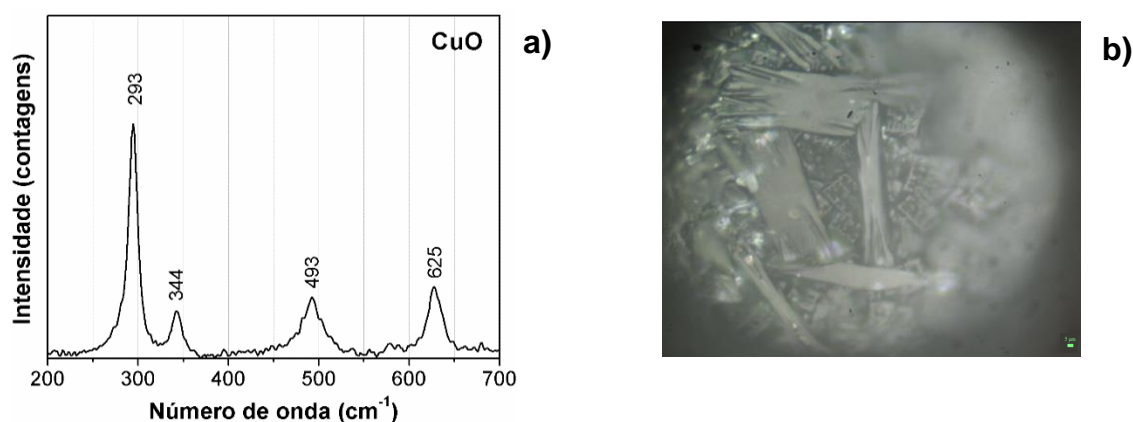
**b) Caracterização por MO, M-Raman, M-FTIR e M-FRX-DE dos materiais da obra MAP (amostras recolhidas in situ e nas maquetes teste), das reproduções**



**Figura IV** - a) e b) espectro representativo, obtido através  $\mu$ -Raman em todo os engobes (amostras recolhidas e reproduções), do aluminato de cobalto –  $\text{CoAl}_2\text{O}_4$  (colorante do ENG\_A) e da hematite –  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (colorante do ENG\_V) e  $\alpha$ -quartzo –  $\alpha\text{-SiO}_2$  e c) fase cristalina rutilo –  $\text{TiO}_2$  identificado em todas as reproduções de engobe pastoso branco.



**Figura V** - a) espectro representativo, obtido por  $\mu$ -Raman, da fase cristalina celsiana ( $\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ ) identificados em todas as amostras de vidro analisado (amostras recolhidas na obra e reproduções) e b) microfotografia de um cristal de celsian na matriz vítrea dos vidrados reproduzidos.



**Figura VI** - a) espectro representativo, obtido por  $\mu$ -Raman, da fase cristalina de tenorite ( $\text{CuO}$ ) detetadas nas reproduções dos vidrados, b) microfotografia de cristais de tenorite nas zonas amarelas/esverdeadas das reproduções de vidro.

**Tabela VI** - Caracterização dos compostos identificados por  $\mu$ -Raman nos engobes pastosos coloridos e vidro azul turquesa (amostras MAP e reproduções). São apresentados os números de onda ( $\text{cm}^{-1}$ ), atribuição de compostos e atribuição de modos vibracionais (flexão -  $\delta$ , distensão -  $\nu$ , pseudo translação -  $T'$  e modos polares).

Compostos	Raman ( $\text{cm}^{-1}$ )	Modo vibracional	Ref.
Quartzo ( $\alpha\text{-SiO}_2$ )	126		[24]
	199	$\delta$ Si-O	[24, 22]
	354		[24]
	392	$\delta$ Si-O	[24, 22]
	402		[24]
	461	$\delta$ O-Si-O	[24, 22]
Celsian ( $\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ )	107	$T'$	
	137		
	163		
	280		[27]
	357		
	398	$\nu$	
	469		
Aluminato de Cobalto ( $\text{CoAl}_2\text{O}_4$ )	201	$\delta$ assimétrica	
	287		[22,25,30]
	398		
	482	Modos polares	[25,30]
	505		[22,25,30]
	611	$\delta$ simétrica	
	743	Modos polares	[25]
Hematite ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )	228	$\delta$ Fe-O	[23, 24]
	298		
	347		[23]
	414	$\delta$ Fe-O	[23, 24]
	457		[23]
	506	$\nu$ Fe-O	[23,24]
	616		
	669		[23]
Rutilo ( $\text{TiO}_2$ )	244		[37]
	440	$\delta$ - Ti-O	
	609	$\nu$ - Ti-O	[24]
Tenorite ( $\text{CuO}$ )	293		
	493		[37]
	625		

## ANEXO II: GLOSSÁRIO

---

**Chacota:** nome que se atribui ao corpo cerâmico de uma peça submetida apenas a uma cozedura, sem o revestimento vítreo. A esta cozedura dá-se o nome de cozedura de enchacotamento. No corpo cerâmico de porcelana designa-se por *biscuit*. [1]

**Chamote ou chamota:** material cerâmico cozido (p. ex. peças rejeitadas por defeito de fabrico), triturado e moído, utilizado na formulação de pastas cerâmicas como material não-plástico. A incorporação de chamote na pasta cerâmica visa conferir estrutura e textura à pasta e reduzir a contração e a distorção da peça durante a secagem e cozedura [1, 3].

**Cofragem:** técnica de conformação que consiste na utilização de moldes em madeira com a forma pretendida, revestidos no interior por uma chapa metálica, onde a pasta cerâmica é comprimida com o auxílio de um maço de madeira.

**Corpo cerâmico:** pasta cerâmica após a cozedura de enchacotamento; material de um objeto produzido com uma pasta argilosa cozida [1]

**Engobe:** revestimento à base de argila misturada com água, de consistência pastosa ou bastante fluída. É aplicado sobre o objeto ainda cru (não cozido) ou em chacota. Pode ser utilizado sob uma camada de vidrado para ocultar ou atenuar a cor do corpo cerâmico (p. ex. engobe branco sobre pastas vermelhas) e/ou facilitar a aderência do vidrado à pasta. O seu uso pode ter apenas fins decorativos, e neste caso é frequente a adição de óxidos colorantes, tais como os óxidos de ferro, cobalto, cobre, etc. [1, 3]

**Grés (cerâmica de):** cerâmica cozida a temperaturas elevadas (1200-1300°C), com corpo cerâmico vitrificado ou semi-vitrificado, não poroso ou com porosidade baixa, e elevada resistência mecânica. O corpo cerâmico de grés é opaco, denso, e apresenta geralmente cores que vão desde o preto, vermelho, castanho, cinzento ao branco. [35]

**Monocozedura:** tipo de produção cerâmica que consiste numa cozedura única da peça, ou seja, a cozedura de enchacotamento e de vitrificação do vidrado ocorrem em simultâneo. [1]

**Pasta cerâmica:** nome que se dá à pasta argilosa utilizada na conformação de peças de cerâmica. Resulta da mistura de uma ou mais argilas à qual podem ser adicionados outros componentes, como fundentes, chamote ou outros materiais não-plásticos e reguladores, de forma a melhorar as propriedades de trabalho, cozedura e uso. [1]

**Ponto de couro ou cabedal:** fase durante a secagem em que a pasta cerâmica ainda é relativamente maleável e possível de cortar, adicionar partes e fazer acabamentos.

**Cerâmica refratária:** material cerâmico capaz de suportar temperaturas elevadas sem alterar as suas propriedades físicas e químicas. Caracteriza-se pelo baixo coeficiente de expansão térmica [3]

**Tasselo:** nome atribuído a cada uma das peças que compõem uma escultura.

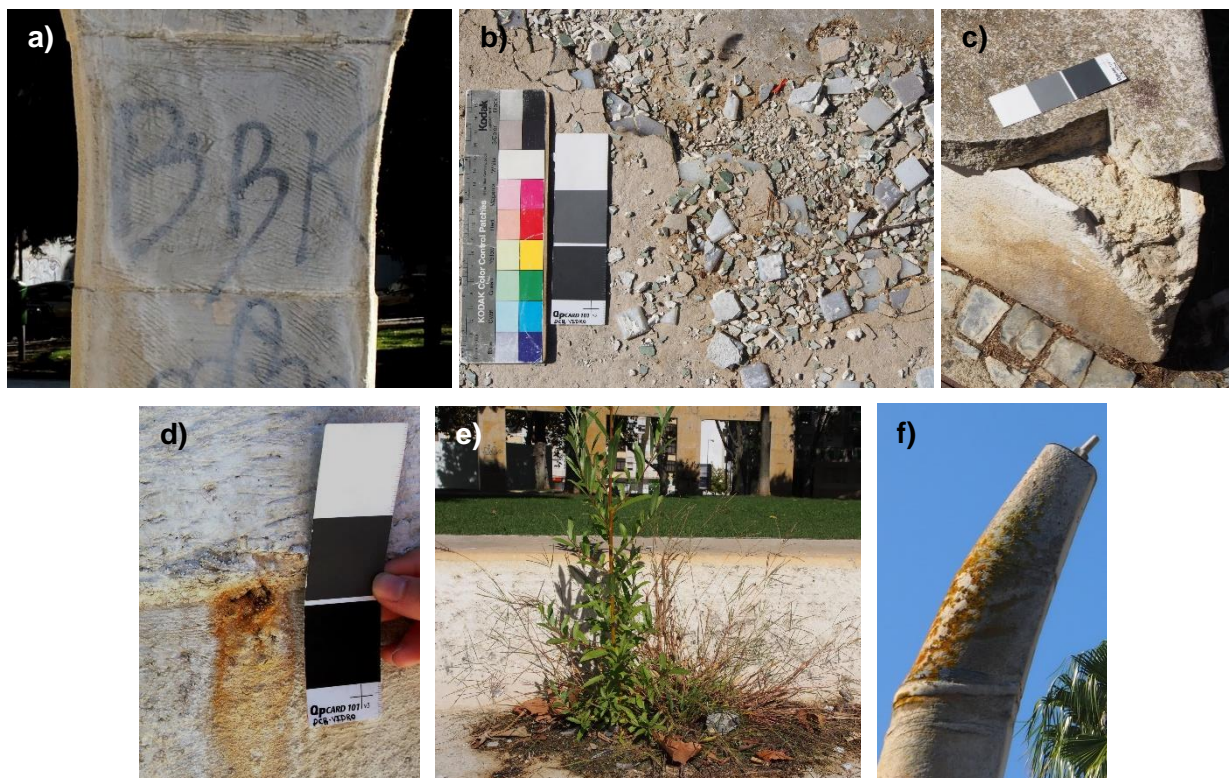
**Vidrado:** revestimento vítreo aplicado numa peça cerâmica em cru ou em chacota, que vitrifica após cozedura. É utilizado com fins utilitários (impermeabilizar e uniformizar a superfície) e estéticos. Os seus principais componentes são similares aos de um vidro – formadores da rede vítrea, fundentes e estabilizadores [1]. Relativamente à microestrutura, os vidrados podem ser completamente amorfos ou apresentar fases cristalinas dispersas na matriz vítrea.

## ANEXO III: DIAGNÓSTICO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO

### III.I. Danos e formas de alteração

A obra encontra-se em mau estado de conservação. Sobre os elementos escultóricos são visíveis incrustações esbranquiçadas de diferentes tipologias que revestem praticamente toda a superfície cerâmica exceto a *Coluna Torta* cuja policromia é ainda visível em cerca de 40% da superfície.

O sistema hidráulico e de iluminação estão danificados e desativados. Foram ainda identificadas lacunas, escorrências, graffiti e presença de colorização biológica, Figura VI.



**Figura VII** – Registro fotográfico de alguns dos danos e formas de alteração identificados: a) graffiti, b) perda de material, c) lacuna, d) escorrência metálica, e) planta vascular e f) microrganismos.

O sistema de escoamento de água encontra-se obstruído devido à acumulação de terras, matéria orgânica (p. ex. folhas) e lixo. Os bicos lâmina e a caleira existentes no topo dos elementos escultóricos encontram-se cobertos por incrustações de cor amarela e uma pátina de cor preta, provavelmente causada por colonização biológica. No tasselo que remata o *Cálice Coluna*, bem como nas zonas de união dos tasselos das *Colunas Brancas*, são visíveis escorrências alaranjadas sobre as incrustações, resultantes da oxidação da caleira e dos espigões metálicos. Os espelhos de água encontram-se cobertos com incrustações de cor branca com espessura e aderência variável, sendo visível apenas muito pontualmente o mosaico de vidro do revestimento. Ao longo das paredes internas é notória a presença de microrganismos, de cor preta ou esverdeada, sobretudo na parede sul do lago maior. Nesta parede observa-se ainda o crescimento de plantas vasculares. As placas de pedra que revestem os muros exteriores dos lagos apresentam perda de material e graffiti (tinta preta e azul).

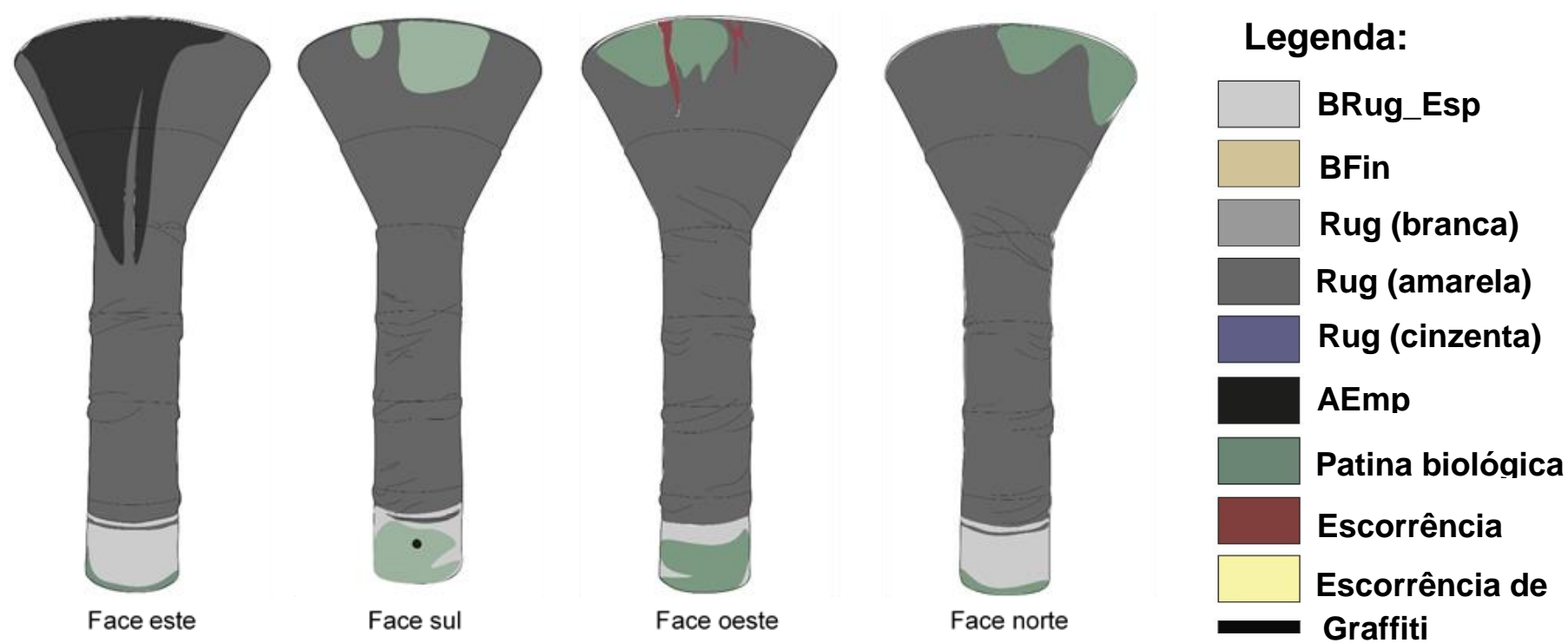


III.II. Caracterização das incrustações

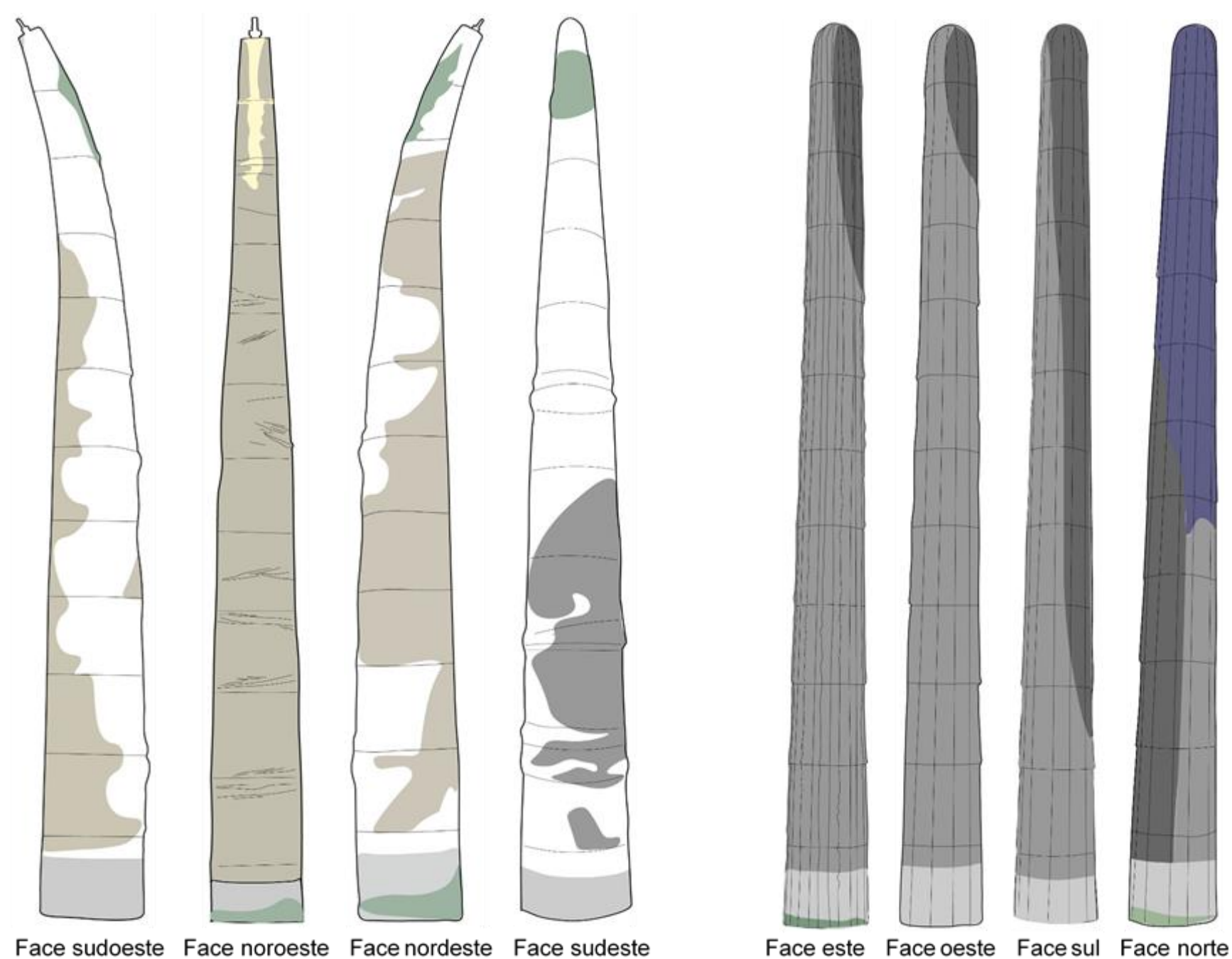
a) Mapeamentos das formas de degradação da obra MAP



**Figura VIII** - Mapeamentos dos diferentes tipos incrustação identificados e outras patologias na Coluna Brancas (A, B, C e D): BRugEsp, BFin, Rug (branca, amarela e cinzenta), AEmp, ACer e Acer (rugosa), escorrências metálicas, patina biológica e graffiti.



**Figura IX** - Mapeamentos dos diferentes tipos de incrustação identificados e outras patologias no *Cálice Coluna*: BRugEsp, Rug (branca, amarela e cinzenta), AEmp, escorrências metálicas e patina biológica.



**Figura X** - Mapeamentos dos diferentes tipos de incrustação identificados e outras patologias no *Coluna Torta* (esquerda) e no *Marco/Obelisco* (direita): BRugEsp, Rug (amarela, branca e cinzenta), BFin, escorrências de água e patina biológica.

**Tabela VII** - Resumo da caracterização dos diferentes tipos de incrustação identificados na obra, de acordo com os parâmetros estabelecidos (dados complementares em Anexo V – Tabela II).

Denominação	Exposição à água	Substrato	Elemento Escultórico <sup>1</sup>	Localização	Descrição				
					Cor	Esp. <sup>2</sup>	Ader. <sup>3</sup>	Text. <sup>4</sup>	Colonização biológica
Branca rugosa espessa (BRugEsp)	Submersa	Vidrado e engobe	CB, M/O, CT e CC	Base	Branca	Muito espessa	Pouca	Muito rugosa	Toda a superfície
Amarela empolada (AEmp)	Escorrência	Vidrado	CB, M/O e CC	Topo/centro	Amarela	Espessa	Destc.	Rugosa	Sob as incrustações
		Engobe	CB, M/O e CC	Topo	Amarela	Espessa	Destc.	Rugosa	
Rugosa (Rug)	Corrente	Vidrado e engobe	CC e M/O	Topo/centro	Branca amarela cinzenta	Espessa	Pouca e muita	Rugosa	
Amarela cerosa (ACer)	Jato/neblina	Vidrado	CB	Centro laterais	Amarela	Espessa	Pouca ou muita	Lisa ou rugosa	Sob as incrustações
Branca fina (BFin)	Jato/neblina	Vidrado	CB e CT	Topo/centro	Branca	Fina	Pouca		
		Engobe	CT	Topo/centro	Branca	Fina	Pouca		
	Escorrência	Vidrado	CB	Camada sob AEmp	Banca	Espessa	Muita	Rugosa	Sobre a incrustação

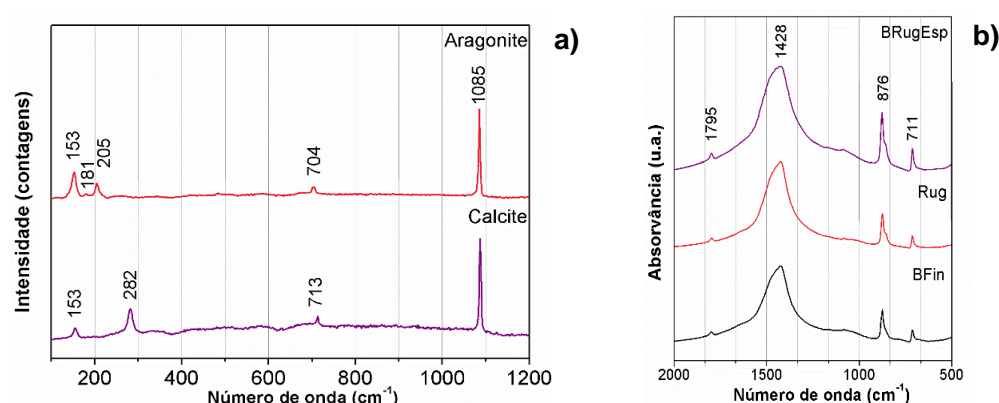
<sup>1</sup> **CB** – Coluna Branca, **CC** – Cálice Coluna, **M/O** – Marco/Obelisco e **CT** – Coluna Torta

<sup>2</sup> **Espessura**: fina (0.2 – 0.5 mm), espessa (0.5 – 1.5 mm), muito espessa (1.5 - 3 mm)

<sup>3</sup> **Aderência**: em destacamento (solta-se ao toque), pouca (destaca-se facilmente com o auxílio do bisturi), muita (não se destaca com meios mecânicos manuais)

<sup>4</sup> **Textura da superfície**: lisa, rugosa e muito rugosa

**a) Caracterização química e mineralógica das incrustações por  $\mu$ -Raman,  $\mu$ - FTIR e  $\mu$ -FRX-DE**

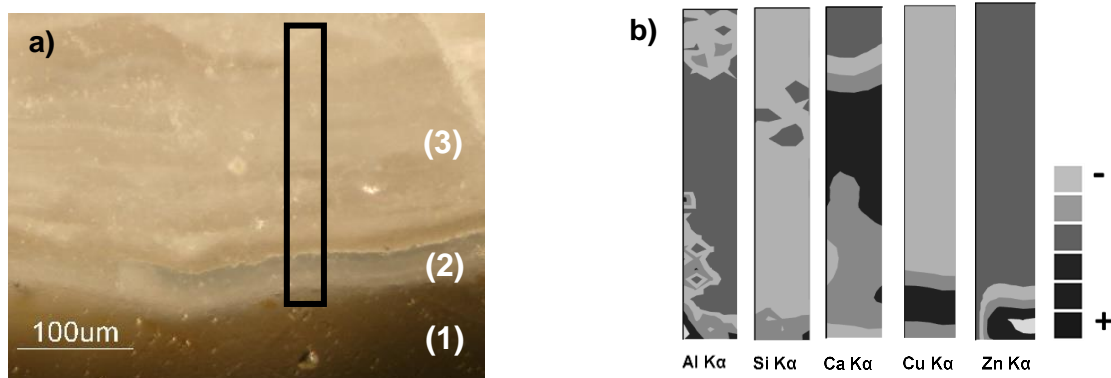


**Figura XI** - a) espectros de  $\mu$ -Raman, representativos de todas as amostras, das camadas de incrustação – aragonite e calcite e b) espectros obtidos por  $\mu$ - FTIR das diferentes incrustações BRugEsp, Rug e BFin.

**Tabela VIII** - Caracterização dos compostos identificados por  $\mu$ -Raman das incrustações recolhidas *in situ*. São apresentados os números de onda ( $\text{cm}^{-1}$ ), atribuição de compostos e atribuição de modos vibracionais (flexão -  $\delta$ , distensão -  $\nu$ , pseudo translação -  $T'$  e modos polares).

Compostos	Raman ( $\text{cm}^{-1}$ )	Modo vibracional	Ref.
Calcite	153	Lattice vibration $\text{CO}_3^{2-}$	[38]
	282		
	713		
	1085		
Aragonite	153	Lattice vibration $\text{CO}_3^{2-}$	[39]
	181		
	205		
	704	$\nu_4$	
	1085	$\nu_1$	





**Figura XII** - a) Microfotografia de uma secção transversal da amostra de incrustação Acer (sobre o vidro): (1) resina, (2) superfície da incrustação em contacto com o vidro e (3) incrustação; (b) mapa da distribuição de Al, Si, Ca, Cu e Zn, obtido por  $\mu$ -FRX-DE, na área da incrustação assinalada na figura (a) onde se observa que a área (2) é mais rica em Cu.

#### ANEXO IV: ENTREVISTA À ARTISTA VIRGÍNIA FRÓIS (TRANSCRIÇÃO)

A entrevista à artista Virgínia Fróis decorreu no seu gabinete na Faculdade de Belas Artes da Universidade de Lisboa, durante a tarde do dia 3 de setembro de 2016. Nesta primeira conversa procurou-se entender o processo de criação da obra “Monumento ao Associativismo Popular” (MAP) e a perspetiva da artista face ao seu atual estado de conservação e à sua recuperação. Depois das apresentações a artista mostrou e descreveu algumas maquetes teste dos materiais utilizados na obra.

**Virgínia Fróis:** Há as pastas policromadas, eu fiz muitos ensaios na altura e depois há engobes mais líquidos.... A pasta aplicada simples fica assim, mas depois na coluna de Cálice ela foi rebarbada, isto já é a máquina em cima do engobe [referindo-se a uma zona de engobe numa das maquetes teste]. Elas depois foram trabalhadas, já depois de cozidas no local, principalmente o Cálice. Eu experimentei rebarbar aqui em cima [referindo-se às maquetes], eu tenho é que encontrar os cadernos onde tenho as coisas, eu tenho várias placas destas onde fiz os ensaios, mas estas [referindo-se às maquetes] foram as que decidi usar. Os vidrados foram feitos com um amigo meu, o Joaquim Pimentão. Isto tudo foram testes que eu fiz no meu atelier, cozidos no nosso forno, depois foram todos testados lá [referindo-se à fábrica da ABRIGADA]. Houve todo um trabalho prévio para nos decidirmos como íamos fazer tudo. Esta pasta com que fiz as maquetes já é a pasta com que depois cubro as peças. Esta pasta [referindo-se à maquete coberta com engobe branco] é pasta de caulino com chamote de porcelana e deve ter feldspato... eu tenho que ver, agora não me recordo, já é muito velho. O maior problema é mesmo o calcário, não é?

**Soraia Teixeira:** Sim... [mostrando uma fotografia da obra MAP]

V.F.: Não se vê nada está tudo cheio de calcário! O pavimento era azul e cinzento e branco, elas estão esbranquiçadas... Eu penso que o maior problema deve ser mesmo o calcário depois devem ter outro tipo de problemas porque ela [Cálice Coluna] tem uma caleira aqui em cima, uma caleira de cobre, não sei se a caleira de cobre deitou cor... e tem os bicos em bronze [apontando para as Colunas Brancas] ... e a que tem mais fungos ou tinha, é aquela a comprida, o Obelisco, é aquela que tem os sulcos. Ela é branca é feita com a pasta branca.

**S.T.:** Só com pasta branca?

**V.F.:** Os sulcos são vidrados com cor azul turquesa. E estes [referindo-se a todos os elementos escultóricos] podem ter tantos problemas, que possam ter a ver com as juntas. As juntas são de poliéster, elas foram todas coladas com poliéster, mas foi poliéster junto com chamote da cor das peças. Não foi poliéster simples aquilo foi uma pasta uma espécie de zona de cimento. Eu hoje se as fizesse, nunca as faria com poliéster, teria unido com cimento refratário. Isto está tudo péssimo! [referente às imagens que via do estado atual da obra] Ah! Elas até já têm já têm escritos? isto foi um descuido, isto é assim é um descuido total!

**S.T.:** Esta zona aqui [referindo-se na imagem à face vidrada] é vidrada?

**V.F.:** É vidrada a azul, é um azul intenso, é mais denso que isto [referindo-se à maquete] é mais azul turquesa. Esta toda branca também! Ela já esteve toda preta de fungos [referindo-se ao Obelisco].

**S.T.:** Eu encontrei uma imagem do ano 2000 onde ela estava toda esverdeada.

**V.F.:** Pois estava cheia de plantas!

**S.T.:** Pode falar um pouco sobre o monumento?

**V.F.:** Elas são todas feitas com esta pasta [referindo-se ao grés da maquete]. Elas têm esta grossura [indicando cerca de 5 cm com os dedos], são ocas e depois são todas revestidas com a pasta branca ou com estas pastas policromadas. Não é muito diferente a receita destas pastas e a da branca, estas têm óxido de ferro e óxido de cobalto, aí vê-se bem as cores delas [referente à imagem da inauguração], aqui vê-se bem que os sulcos são azul turquesa. Penso que é o mesmo turquesa das Colunas [Colunas Brancas], um azul mais intenso com maior percentagem de cobre e cobalto. Se não me engano, o azul turquesa foi feito um nadinha de cobalto e o resto de cobre. E esta era a parte mais policromada, onde havia mais cor, era o Cálice [Cálice Coluna].

**Mathilda Larsson:** O Cálice não tem vidrado?

**V.F.:** Não, ela não tem vidrado nenhum, é tudo só engobes. As únicas que têm vidrado são as faces que fazem ligação com a água. Esta [Cálice Coluna] recebia água, tem o espaço para a água lá dentro. Como é toda redonda não tem nenhuma zona vidrada ela não tem nada de vidro. No Obelisco é onde a água passa, tem um jato em cima e a água escorre por aí abaixo pelas cânulas.

**S.T.:** a pasta cerâmica é grés cerâmico?

**V.F.:** Sim. A pasta é uma pasta que a fábrica [ABRIGADA] tinha, eu penso que era GFB. Não sei a receita dela mesmo, sei que tinha feldspato e depois chamote... chamote de porcelana... Qualquer coisa a fábrica deve saber. Há uma pessoa muito importante que acompanhou esta peça que é o Américo, ele é que estava lá a trabalhar e o Eng. Empis. O Américo e o Eng. Empis, que é um dos administradores, foram eles que acompanharam a produção de ponta a ponta. E o Américo foi ele quem fez os desenhos técnicos todos e foi ele que acompanhou toda a produção, o controlo de qualidade também foi o Américo.

**S.T.:** Foi a Virgínia que escolheu o revestimento dos lagos?

**V.F.:** Os lagos já existiam, pertenciam ao arranjo paisagista. A proposta que eu fiz para o fundo do lago era para ser também em cerâmica, eram desta forma as peças [apontando para o tasselo remate das Colunas Brancas] e encaixavam umas nas outras, eram azuis e brancas, mas depois isso era mais trabalho para a ABRIGADA e pronto, só isto custava bastante dinheiro e então depois optou-se por pôr mosaico vidrado para ficar mais barato. Eu também propus para o mosaico de vidro mosaicos de vidro azul escuro e brancos com um desenho no fundo, mas comprar mosaico azul escuro é caríssimo e como o azul era muito caro acabámos por escolher uma solução mais barata e estes [apontando para os mosaicos da obra] iriam dar um tom azulado à água. Depois a pedra calcária já existia e a única coisa que eu fiz foi inscrever um texto neste lado da peça [referindo-se à seção curva do lago triangular] que acho que não se vê. Portanto o bordo deste lado é um bordo assim [referindo-se à vista da planta do lago] e estas peças tem as mesmas curvaturas [referindo-se às Colunas Brancas] porque isto é uma elipse. Tudo configura uma elipse. Eu joguei com essas curvaturas todas e com as curvas dos elementos circulares e depois nesta curvatura aqui, escrevi a frase que tem a ver com a questão simbólica do monumento que eu penso que não se lê nada, pois não?

**S.T.:** Vê-se sim [leio a frase].

**V.F.:** Exatamente isso! Mas também tem muito calcário, não tem?

**S.T.:** A pedra está um pouco escura. A gravação da frase foi feita pela Virgínia?

**V.F.:** Não. Foi um canteiro qualquer que lá foi, eu dei a frase, qual era a dimensão, onde começava e onde acabava e o tipo de letra. As pedras já lá estavam, não fui eu que escolhi, já pertenciam ao lago, o lago não tinha ainda revestimento estava cheio de cimento, mas já estava isolado e isso tudo. Já tinham as bombas de água porque tinham projetado um repuxo aqui no meio e foi a partir daí que se fizeram as canalizações todas.

**S.T.:** O sistema hidráulico foi projetado por quem?

**V.F.:** Pela CONSULMAR. Eles fizeram o projeto e quem montou foi um empreiteiro com o apoio do engenheiro da CONSULMAR que acompanhou toda montagem. Mas quem escolheu os bicos, esse material todo para a água... já foi comigo. A caleira de cobre, já não sei bem como foi.... eu e o empreiteiro encontrámos quem fazia a caleira em cobre, é uma caleira enorme. Aquilo faz um efeito de babar. Não fica cheia, é uma caleira a toda a volta que transborda água, ela enche e depois faz a cortina de água. Eu sabia o que queria e depois as soluções técnicas foram... o empreiteiro foi impecável. Ele tinha muita experiência de obra, por exemplo esta caleira, foi ele quem arranjou o homem que fez a caleira em cobre. Eu acho que é em cobre, não tenho bem a certeza, mas acho que é de cobre. Ela é alimentada por baixo e em dois ou três pontos e está sempre a transbordar. Era impossível termos aquele copo sempre cheio de água parece, mas não é o copo é só o bordo.

**S.T.:** Recorda-se dos tipos de bicos que utilizou?

**V.F.:** Agora não te sei dizer a marca, sei que era daqui de uma empresa da Rua de São Paulo. Quando eu fiz o projeto, eu tive de ver logo o que é que havia. E depois quando foi para a aquisição

tivemos que dar outra vez as especificações todas do material, mas eu agora não tenho. Posso ir à procura.

**S.T.:** A Virgínia já falou do efeito de babar do Cálice e dos arcos [das Colunas Brancas], qual era o efeito que pretendia?

**V.F.:** Eram arcos, eram arcos perfeitos é o que foi calculado. A distância das colunas [referindo-se às Colunas Brancas] também foi calculada tendo em conta o que era possível fazer com os bicos, foi por isso que foram escolhidos aqueles bicos de pato. Acho que aquilo é tudo italiano não sei das quantas, os bicos são de bronze, as ponteiros e há muitas ponteiros.

**S.T.:** A Virgínia sabe se o sistema hidráulico é aberto ou fechado?

**V.F.:** Está sempre a circular água, está sempre a reciclar a água, entra, sai e é filtrada, e, portanto, foi combinado que nesta filtragem haveria produtos que fariam a limpeza, que tornaria a água menos calcária.

**S.T.:** Sabe qual seria a fonte de água, que alimentava o MAP?

**V.F.:** Não sei.

**S.T.:** Qual é a função da água enquanto elemento integrante da peça?

**V.F.:** Eu peguei na água como elemento fundamental para falar do movimento associativo. O movimento associativo é um movimento dinâmico, o movimento de pessoas e eu associei esse movimento ao movimento da água como o rio, como o rio que corre, como a água que circula. A circulação da água é no ponto de vista da filosofia da peça, a coisa mais importante, é ela que configura o espaço. No fundo as quatro colunas [Colunas Brancas] configuram um espaço arquitetónico, a taça [Cálice] é a taça que celebra e esta coluna alta [Coluna Torta] faz um grande arco que liga à taça. Todos estes elementos estão ligados! O movimento da água é realmente é a coisa mais importante para celebrar o movimento associativo. As esculturas são só um suporte da água, são elas que orientam a água. Eu depois tenho que procurar o catálogo que saiu na altura ...

**S.T.:** [mostro alguns catálogos do MAP]

**V.F.:** É isso mesmo! - Aí tem a memória descritiva toda, tem essas coisas todas, quem construiu, o nome dos empreiteiros na ficha técnica, deve ter tudo quase de certeza. Esse fui eu que fiz, fui eu que desenhei e a Câmara editou, mas a responsável daquele catálogo fui eu.

**M.L.:** De quando é o catálogo?

**V.F.:** É logo da inauguração de 94. Foi o documento que se deu na inauguração. A Câmara ainda me encomendou uma série de Cálices, deste tamanho [gesticulando], do monumento à parte. Uma série de peças pequenas do Cálice com uma caixa, com as mesmas cores e os mesmos materiais. Essas caixas foram todas feitas na ABRIGADA, as caixas de madeira eram como as cofragens. É uma peça que abre e tem o Cálice lá dentro, tem a memória descritiva. Depois ainda houve outro projeto, mas de forma convidada. Depois de a peça ter sido inaugurada muitos casamentos vinham de Lisboa para

serem fotografados lá, por causa do jato de água. As reclamações que muitas vezes tinham era porque nos dias em que estava vento o jato estava desligado. Aquilo com o vento espalhava água por todos os lados e molhava tudo em volta, e então as reclamações que tinham eram dos casamentos que vinham de Lisboa e quando chegavam o jato estava desligado. E depois a propósito disso, ela [Câmara de Almada] ainda disse: a Virgínia tem que fazer uma coisa, que eu gostava de oferecer aos casais que se fotografam ali, uma coisa de casamento, uma peça qualquer [riso]. Na altura tinha muito que fazer, mas ainda pensei fazer uns copos, uns vasos comunicantes. Mandar fazer na Marinha Grande... depois com a faculdade não tive tempo para fazer um orçamento... ela queria uma coisa simbólica, eu pensei em fazer um cálice, dois copos unidos pelo pé, mas depois não fizemos, um descuido meu [risos].

**S.T.:** Quais os principais responsáveis pela montagem da obra no local?

**V.F.:** A CONSULMAR e a outra empresa [TRANSURBE]. A CONSULMAR só fez mesmo o projeto das águas, os engenheiros acompanharam a obra, mas o empreiteiro que fez tudo, o Zé, foi impecável.

**S.T.:** A Virgínia ainda à pouco disse que os acabamentos tinham sido feitos na montagem, já no local. Qual foi a aparência que procurou?

V.F: No local tive que acabar as peças principalmente o Cálice, porque elas tinham juntas. Elas tinham uma junta de poliéster e ... [pausa] as peças têm uns espigões em aço, com 7 ou 8 cm que ligam as peças e depois têm um reboco de poliéster. Só que a cola ficou a meio centímetro da borda mais ou menos e depois tive que fazer a ligação toda para depois não se ficar a ver as juntas. Nessa altura eu fiz o reboco das juntas com as cores, com os segmentos de cores para fazer a sequência [das cores das peças] e depois o acabamento foi feito com a rebarbadora marcando os desenhos, os aspetos mais gráficos da peça. Mas isso aconteceu sobretudo no Cálice, onde eu intervi no local foi no Cálice, só. Com a rebarbadora tracei traçados, fui avivando traçados... no Cálice é uma espécie... é um desenho que faz uma espiral à volta dele. Há uma cor que vem da base e depois vai andando. As cores das peças [tasselos] estão todas em função da espiral. Depois o ajuste todo das peças foi feito na montagem, onde eu intervi mais foi na peça central, nas outras foi muito rápido. Só nas juntas nas zonas do vidro é que eu também fiz intervenções, para que depois não se notassem muito as juntas. Mas as peças na ABRIGADA foram todas retificadas, elas depois de saírem do forno foram todas montadas e todas retificadas para assentarem perfeitamente.

**S.T.:** Portanto, no local só foram feitos acabamentos no Cálice e na zona das juntas?

**V.F.:** Sim, da minha parte.

**S.T.:** Houve alguma situação problemática durante a montagem?

**V.F.:** Eu dei-me muito bem com o encarregado, pôs lá um empreiteiro que gostava de fazer coisas muito diferentes, e ele deu muitas sugestões, mesmo até aos engenheiros da CONSULMAR. Ele deu soluções, a ciência dele ajudou a resolver muitos problemas, por exemplo a caleira foi muito feita com ele. Ele é que arranjou a pessoa que a podia fazer, portanto é que tratou disso tudo. As peças [elementos escultóricos] têm um espaço interior grande que leva as tubagens. Elas têm uma caixa que

depois levou betão até aqui [apontando até meio das peças]. Elas têm umas caixas assim largas para receber as canalizações de água [tossiu] de modo a que se possa substituir todas as canalizações de água. Portanto a peça está pensada para ser possível substituir as canalizações.

**M.L.:** Como foram montadas as peças?

**V.F.:** Isso é que foi um problema, a CONSULMAR queria que as peças fossem mexidas com um guindaste XPTO e ele [o empreiteiro Zé] disse que não havia necessidade [rindo], ele montou-as com um monta-cargas simples e com este engenho [apontando para a imagem da montagem da obra]. Ele era assim muito prático. Ele convenceu-os de que não era necessário a grua e que podia muito bem ser assim. Não tinha problema nenhum com um laço, com este laço estás a ver? [imagens da montagem da obra] um laço móvel.... Estás a ver [imagem da montagem], aqui ficaram os espigões e aqui estavam os furos e, portanto, neste aspeto foi ele que acompanhou isto tudo, depois os encaixes das peças todas.... Passei lá grandes tardadas na montagem das peças todas, fiquei sempre a acompanhar, porque, pronto, esta peça é muito pesada 260 kg [tasselo central] Não estamos a falar de coisas levezinhas.

**S.T.:** Só esta peça?

**V.F.:** Sim, só essa peça pesa 260 kg. E esta, a maior desta, isto pesa 500 kg [tasselo remate]. Portanto são peças difíceis de manobrar e a CONSULMAR estava cheia de problemas [tossiu] por causa do cuidado com vidrados, e com aquelas coisas todas [referindo-se aos materiais da obra]. Mas pronto, eu nesta situação, também sou uma pessoa prática e acabámos por entender-nos bem e eu percebi que era ele [empreiteiro Zé] que ia montar e tinha como fazer as coisas... a responsabilidade era dele e depois simplificaram o processo e ele disse que de outra maneira não fazia... com uma grua telescópica estava fora de questão... E então foi assim com este sistema mais arcaico, e funcionou na perfeição.

**M.L.:** E colocaram-se todas as peças com este sistema?

**V.F.:** Sem nenhum acidente. Estás a ver, é aqui que elas [referindo-se aos tasselos em fotografias da produção na ABRIGADA] são todas ocas... [PAUSA]

Esta foi a peça mais difícil de fazer [fotografias da produção na ABRIGADA]. Estas peças foram difíceis porque elas têm as bocas aqui, as bocas são deste tamanho [gesticulou], e foi uma chatice porque elas são todas fechadas por cima só tinham dois buracos e uma peça deste tamanho a secar, claro que elas tiveram de ser muito, muito vigiadas, cada vez que havia uma fissura toca a tapar. Isto foi tudo feito no Verão, muito calor, aquilo era um estendal de uma ponta à outra, em baixo e em cima a ver as fissuras, porque a secagem deve ser feita com muito, muito cuidado. Fez-se uma espécie de praia enorme, mais ou menos com esta altura [gesticulou cerca de 2cm]. A secagem daquela foi muito difícil, aquela, desta aqui, esta grande [tasselo remate do Cálice], não foi pêra doce. Foi uma grande aprendizagem virá-la, fazê-la, depois ter que a virar para a pôr a cozer, tive muita ajuda deles [funcionários da ABRIGADA]. Ela foi feita assim e depois teve de se virar. [As peças, ou tasselos] iam sendo empilhadas duas a duas, três a três, para eu as revestir. Esta [Cálice] nunca foi toda montada

na fábrica. Ela foi toda feita totalmente ao contrário, de boca para baixo. Esteve a secar em cima de várias camadas de plástico e papel, com óleo entre camadas, para que quando ela encolhesse não rachasse, porque ela era bastante grande. Ela aqui já foi cozida [referindo-se a uma fotografia da produção]. Ela foi cozida em cima de rolos, tem dois roletes, um carrinho e o tijolo, assim [fotografia da produção]. Depois quando subia a temperatura era o tijolo que arrastava e não a peça. Foi o que se arranjou. As outras foram só em cima de areia, mas este elemento era muito pesado, não dava [referindo-se ao Cálice]. E não rachou nada. Os piores foram mesmo estes [tasselos de remate das Colunas Brancas]. Este aqui é que nos deu mais chatices, mas deste eu tinha mais medo [tasselo remate do Cálice], porque era onde a peça tinha maior escala. E como nós estávamos sempre nesta situação de não poder repetir, pronto, tinha que dar tudo certo. Tanto, que eu depois como tinha medo que abrissem rachas e coisas assim, eu moí o material todo, uma série de chamote de material da pasta dela, das cores todas, para que se fosse necessário restaurar, eu depois poder restaurar com a cor exata. E na realidade eu não precisei de fazer.

**M.L.:** Esse material ainda existe?

**V.F.:** Algum desse material ainda existe. Eu devo ter algumas caixinhas desse material lá no atelier para o caso de ser preciso, tenho é que procurar.

**S.T.:** A memória descritiva que apresentou no concurso fala de 4 elementos: terra, água, ar e fogo, pode falar um pouco destes elementos e a sua relação à obra?

**V.F.:** Estes são os elementos essenciais à cerâmica. A cerâmica trabalha sempre com os quatro elementos e também são os quatro elementos que estão na origem da vida, sendo o monumento ao associativismo tem a ver com a vida, tem a ver com esta relação com os elementos que dão vida, dão vida às coisas. A água é realmente o elemento mais importante da obra, mas os outros, a terra, o ar e o fogo não são de menor importância, na realidade eles também têm a ver com a matéria que constitui a obra, que é a cerâmica. É por isso que eu digo [a artista consulta a memória descritiva]. Dá cor adquire a dureza... no fundo eu estou a servir-me daquilo que são os elementos da cerâmica para que sejam metáforas da própria obra. A evocação que é o monumento ao associativismo, o poder das pessoas de resolver problemas.

**S.T.:** A distribuição espacial da obra tem alguma narrativa?

**V.F.:** Se quisermos dizer narrativa, podemos dizer que sim, porque o que se propõe é que seja lido como uma casa, um espaço comum. Tens quatro colunas que são o símbolo da terra, é um quadrado e os seus eixos fazem uma cruz, uma cruz que tem a ver com a suástica. A suástica tem a ver com movimento, com a espiral, como a grande espiral que saúda o símbolo da terra e, portanto, temos ali quatro colunas que são o símbolo da terra, depois temos um cálice que de certo modo tem a ver com certas questões religiosas. O cálice é a partilha, tem a ver também com os aspetos ligados à refeição e etc., o cálice do vinho, a eucaristia, enfim... É de certo modo um testemunho. O cálice e o grande obelisco que celebra... Portanto, eu... Nós temos aqui sete elementos, quatro são colunas, mais um obelisco, mais um cálice e mais uma coluna que faz um grande arco. Esta coluna do grande arco liga ao Cálice e faz uma unidade. Portanto, a criação da obra tinha uma elipse e eu dentro da geometria da

elipse, inseri um quadrado ligeiramente centrado dentro do lago. A orientação delas [Colunas Brancas] configuram um quadrado e elas estão ligeiramente oblíquas [referindo-se à planta da obra] portanto, tens a figura do quadrado e depois temos estes dois pontos e estes dois pontos unem a este. Estas Colunas [Brancas] desenham arcos que são construções humanas. Pronto, basicamente o que elas evocam são construções humanas. Elas configuram um espaço, um espaço de celebração. O Obelisco acabou por ficar aqui [no lago de maior dimensão. Inicialmente a artista pensou colocá-lo no local onde se encontra a Coluna Torta] porque era aqui que fazia sentido na direção do Gimnodesportivo. Depois as alturas das peças também têm a ver com os vários planos até ao edifício, é uma zona inclinada, portanto, eu achei que a altura do Obelisco... O Obelisco tem se não me engano 7 metros de altura tem a ver com o plano e entrada do edifício. E eu tinha acabado a última peça da última exposição, uma exposição que eu fiz em Montemor chamava-se "Terrenos" e a última peça que eu fiz para essa exposição já era uma fonte, já era com elementos cónicos, e é essa peça que dá origem. São pirâmides quadrangulares que têm um cone invertido, mas depois elas terminam com uns pratos. Tem a ver com... têm uma taça que é a taça do óleo, a taça da romã que tem a ver com a união. E eu nessa altura andava muito ligada a essas questões simbólicas e, portanto, esta peça já estava muito cheia dessas questões. [A artista procura imagens da última peça que fez para a exposição "terrenos"] Estás a ver, é esta a peça. Esta peça aqui é a primeira peça que leva água. Isto também é grés da ABRIGADA, na altura estava-se a usar muito disso, isto é porcelana, é um grés branco. Esta peça tem a ver com esse Cálice, é a última desta série. O que acontece com esta peça é que inicialmente nem havia estes elementos, estes elementos tive que fazer depois porque a peça... Eu na altura não estava a pensar que ela ia filtrar a água ou que ela ia suar para baixo, pensei que ela ia ficar cheia com água. Isto tinha a ver com o batismo, a água, e o que acontece é que depois eu enchia de água e passadas umas horas ela estava cheia de gotinhas de água em toda a superfície das paredes do cone e aquilo ia escorrendo criando uma gota aqui em baixo e levava um dia a encher um recipiente. E, portanto, eu tive de encontrar um recipiente, que era quase igual a este [referindo-se à imagem], para recolher a água, para não criar uma inundação na casa, não é? [risos]. E no fundo todos os dias à noite eu deitava a água em cima e no outro dia de manhã estava outra vez cheio [o recipiente] e voltava a pôr em cima e, portanto, esta ideia da água isto já tem a ver com isto [com a obra]. Portanto, as coisas vêm sempre na sequência uma das outras. E, portanto, é esta porque esta peça também já se chamava fonte. O título desta peça era fonte. Eu na altura também estava muito ligada à ilha dos Açores, fui muitas vezes, tudo isto tem a ver também com as ilhas, os cones invertidos das ilhas, as crateras das ilhas, com a água, com a relação que existe entre as crateras e o próprio mar... [pausa]

**S.T.:** O que representa cada uma das esculturas?

**V.F.:** Representam uma coluna, São colunas que estão ligadas a motivos simbólicos sagrados.

**S.T.:** Segundo Filomena Lima em "Inventário iconográfico e documental", dois dos elementos escultóricos - Coluna Torta e Cálice Coluna, encontram-se ligados através de um arco de água que "se afirma como a memória dos arcos do triunfo em evocação ao movimento associativo". Pode comentar esta frase?

**V.F.:** Ela deve ter ido buscar isso... eu nem conhecia isso, é uma tese de quê?



**S.F.:** É um inventário iconográfico de esculturas de esculturas em espaços públicos de Almada entre 1936-2005.

**V.F.:** Ela deve ter ido buscar isso à memória descritiva que está no catálogo, que é o grande arco... Como os casais que iam se pôr lá em baixo [risos].

**S.F.:** Pensou à partida na relação da peça com o público?

**V.F.:** Eu quando comecei a desenhar esse arco de água, imaginava um arco de um lado para o outro. Eu lembrava-me sempre das minhas brincadeiras no Parque Eduardo XVII a fazer gigas gogas de um lado para o outro a atravessar os repuxos e a molhar-me toda, até na minha adolescência quando andava na António Arroio ia para aquele relvado e essas brincadeiras com os repuxos da água e passar por debaixo dos repuxos e não ser molhada foi a origem. Foi uma coisa que me divertiu, a hipótese de passares por debaixo de uma coluna de água... é sempre uma coisa muito engraçada e a esse nível pensei sempre no público. Até porque aquilo é sempre um local de passagem. É de certo modo o público a passar e o jato de água que unem os dois espaços.

**S.F.:** Em relação ao estado da obra, como é que encara o estado atual da peça?

**V.F.:** Dá-me uma certa tristeza por ela estar assim degradada, ela agora está uma ruína. Tenho pena que ela em tão pouco tempo tenha chegado a este estado, passaram 22 anos. Provavelmente se tivesse tido manutenção ela não estava neste estado. Acho que é mau para a cidade de Almada ela estar assim e é má imagem para mim enquanto obra minha, porque eu já não digo a ninguém para ir lá ver porque está degradada. Principalmente acho que é pena! Acho que não é digno a peça estar neste estado, acho que se não for possível restaurá-la é preferível retirá-la. Agora acho que ela chegou a este estado por falta de manutenção. Esta questão foi muitas vezes falada com os engenheiros e o facto de ser cerâmica. Mas a produção se não fosse cerâmica tinha os mesmos problemas que aqui, calcário ou outra coisa qualquer, não é o facto de ser cerâmica. Eu defendi muito este material, junto dos engenheiros. É tão resistente como um granito e para mim é uma grande alegria nós conseguirmos recuperá-la toda. É sinal que o material resiste e é bom para o espaço público, que é essa a dúvida que existia. Isto foi também para mim um grande desafio por causa disso, afirmar que realmente a cerâmica é um excelente material para fora, mostrar que não é um material para estar em casa.

**S.T.:** Que discrepâncias existem em relação à obra inicial?

**V.F.:** Ter perdido a cor, está toda monocromática e isso para mim era muito [ruído de fundo – obras]. Pronto aqui vocês descascaram aqui um bocadinho

**S.T.:** Não, aqui é a crosta a destacar.

**V.F.:** Quer dizer que é fácil de tirar, se calhar.

**S.T.:** Em algumas zonas parece que sim, noutras nem por isso.

**V.F.:** Pois...

**S.T.:** Quais as discrepâncias que considera inaceitáveis?

**V.F.:** É por exemplo se deixaram de tratar a água... se tivessem tido o cuidado...

**S.T.:** Qual a diferença entre a obra inicialmente e agora?

**V.F.:** O calcário e os fungos principalmente, para mim a discrepância é ela ter perdido a grande parte das suas características. Estas esculturas sempre que envelhecem ganham a pátina do tempo etc., não é? Esta podia ter ganho de certeza, teria ganho o que não era problemático. Realmente o tempo e a água deram cabo visualmente [da obra], ela perdeu parte das suas características visuais [pausa].

**S.T.:** Houve algum plano de manutenção?

**V.F.:** Se houve um plano de manutenção? Eu penso que a CONSULMAR deve ter isso. Foi falado que a água tinha que ser tratada por causa do calcário e que isso podia afetar os equipamentos. Dos grandes problemas que começaram com a peça, foi logo com os equipamentos. Os bicos das colunas são achatados para a água sair assim ela abre assim [gesticulando] e foi logo aí que começou logo a sair mal. A água vai deixando resíduos e suponho que houve muito má manutenção com a qualidade da água na peça, com os equipamentos, com as bombas de água. Passados uns anos [da inauguração] o que acontece é que uma das bombas avariou, não tinha força suficiente fazia um jato assim [gesticulou]. A luz do fundo do lago, as peças estavam todas iluminadas. O trabalho da iluminação estava magnífico, mas também passado pouco tempo começaram a roubar projetores e depois mais não sei o quê e, portanto, passado pouco tempo a iluminação já estava caótica completamente caótica. Isto tem a ver com a manutenção dos espaços. O lago tem esta altura [gesticulou cerca de 50 cm], portanto, tem que ter um guarda permanente. Os projetores eram projetores caros estavam debaixo de água, mas eram muito fáceis de roubar.... Isto foi logo no início, tiveram de substituir uns tantos, mas pronto. Eles não estavam presos ao chão, mas os cabos eram móveis para depois na altura, quando ficasse toda pronta [a obra], eles pudessem pô-los no sítio mais adequado. Depois é que acho que foram presos ao chão, já não me lembro muito bem. Sei que os problemas começaram logo com os projetores, depois começaram com o esguicho de água que não funcionava de vez em quando, mas agora ultimamente é que deve ter havido mesmo o abandono. Isto é uma ruína o que está ali... Eles devem ter desistido de tudo e também não encomendaram a ninguém que fizesse a reabilitação da peça.

**S.T.:** No caso da iluminação a Virgínia teve alguma influência?

**V.F.:** Sim, foi o engenheiro da CONSULMAR que fez a iluminação. Eu só fui chamada para dizer o que queria que fosse iluminado. No caso do Cálice eu queria que fosse iluminada a cortina de água porque a água cai direta, a iluminação está na base do cálice para iluminar a cortina de água.

**S.T.:** Se tivesse de fazer um plano de manutenção da peça quais seriam as diretrizes mais importantes?

**V.F.:** Para já a água ter a qualidade certa, para combater o calcário e os fungos e depois também acho que uma coisa destas também precisa de vez em quando de ser limpa. Limpar uma escultura destas de 5 em 5 anos parece-me que é o adequado ou uma de 2 em 2 anos. Eu já não falo de todos os anos

fazerem uma limpeza. Por exemplo o caso dos fungos e das plantas que o Obelisco ganhou logo passado pouco tempo, pode ser lavada com jato e água, que aquilo sai tudo. Estas peças aguentam o jato de água, não sai a cor, se tiver de usar o jato não tem problema nenhum.

**S.T.:** Existe algum guia de funcionamento do sistema de circulação de água?

**V.F.:** Se há algum guia não sei. É capaz de ter havido no início, sei que a CONSULMAR deu muitas indicações ao técnico de lá de como aquilo deveria ser gerido.

**S.T.:** Se fosse a Virgínia a fazer a proposta como seria a nível de funcionamento?

**V.F.:** Aquilo deve funcionar sempre, pelo menos até à meia-noite, uma da manhã.

**S.T.:** Qual o aspeto que considera que a peça deveria ter hoje?

**V.F.:** O mesmo aspeto de quando foi criada, um pouco mais envelhecida.

**S.T.:** Qual é a sua posição face à substituição ou reintegração cromática da obra?

**V.F.:** Se a recuperação for a um preço acessível, adequável, acho que vale a pena recuperá-la.

**S.T.:** Caso necessário concordaria com a substituição da canalização?

**V.F.:** Sim claro. Penso que deve ser o que tem de acontecer, que ela deve estar muita degradada.

**S.T.:** Quais as principais características que este novo sistema deveria ter?

**V.F.:** Para já é avaliar o estado do que está lá, se há possibilidade de recuperar o que existe, se há que substituir, se compensa, e ver se conseguimos pô-la novamente com o aspeto que tinha.

**S.T.:** Sei que a conversa vai longa, mas gostaria de fazer umas últimas questões à Virgínia. O movimento associativista de alguma forma marcou a sua vida?

**V.F.:** Marcou! Eu tinha 20 anos quando se deu o 25 de Abril e comecei deste logo a trabalhar dentro da sede do associativismo, portanto a minha intervenção na altura como cidadã foi fazer espaços para prática artística, esses espaços implicavam de alguma forma o associativismo por mais informal que fosse... Portanto, quando me convidaram para fazer isto eu estava mergulhada como agente cultural como protagonista ativa do movimento ao associativismo, eu sabia bem o que era a prática cultural, o que eram as associações, como é que elas se relacionavam umas com as outras... Eu fiz o curso ao mesmo tempo que estava com essas práticas, desde o 25 de Abril até ao Monumento. Desde o Monumento estive sempre a dar aulas e acabei o curso, pronto, foram anos muito cheios foram... estas dinâmicas que eu conhecia bastante bem... e não era em Almada, eu vivia em Santarém e depois Montemor, mas sempre foi a minha atividade mais importante.

**S.T.:** Como é que chegou ao conhecimento do concurso?

**V.F.:** Eu fui convidada, isto não foi um concurso aberto foram apenas algumas pessoas convidadas, e pronto foi o Rogério Ribeiro, foi a Casa da Cerca que lançou o concurso e pronto eu fui convidada

porque o Rogério Ribeiro conhecia o meu trabalho ligado ao associativismo em Montemor... neste caso, o trabalho para a oficina da criança.

**S.T.:** O que é que o espaço contribuiu para a construção da ideia?

**V.F.:** Eu tinha um tema, não é? Uma encomenda com o tema associativismo e um lugar e, portanto, eu tive que jogar com o tema com o lugar e com a minha própria sensibilidade. Eu fui trabalhar com os meus temas, como viste aquela fonte [referência à exposição Terrenos], eu fui buscar no fundo à obra anterior aquilo que eu já estava a fazer, o motor para responder àquela edificação, o espaço e o tema.

**S.T.:** A deliberação municipal de 1993 ditava que para conceção do projeto se tivesse em conta a “ideia do Associativismo e bem assim a sua importância no Conselho de Almada historicamente retratada no texto fornecido aos concorrentes”. Ainda tem este texto?

**V.F.:** Ainda tenho lá uma data de coisas. Li-o muitas vezes para interpretar bem aquilo que era a voz do encomendador.

**S.T.:** A obra materializada corresponde ao projeto que apresentou?

**V.F.:** Corresponde, foi bastante fiel... Não houve alterações da maquete... esta maquete é que serviu para o concurso [referindo-se às maquetes].

**S.T.:** Muito obrigada pelo tempo que disponibilizou e até uma próxima.

#### **IV.I. E-mail's trocados com a artista – questões sobre a obra**

Data do 1º e-mail: 31 de agosto de 2017

**S.T:** Ao rever a entrevista e reparei que escaparam umas questões muito importantes:

Qual a importância das cores na obra?

O porquê da escolha destas cores (vermelho, azul, branco, castanho e o azul turquesa)?

Qual a importância das texturas (contraste entre as superfícies com e sem polimento)?

**V.F.:** As cores do vidro Azul turquesa é a água, as restantes cores das pastas e a textura no cálice e na coluna são os pontos de origem do Grande arco de água. Estes configuram o movimento helicoidal ascensional, a Terra em ligação com o Céu, são os pontos simbólicos mais importantes o CÁLICE e a COLUNA o Axis Mundi, para além da textura temos esgrafitados (desenho gravado na superfície) que acentuam o movimento ascendente das formas cerâmicas. As texturas é o que faz vibrar a superfície e é a minha forma de trabalhar, gosto da acentuação da superfície da modelação da Luz.

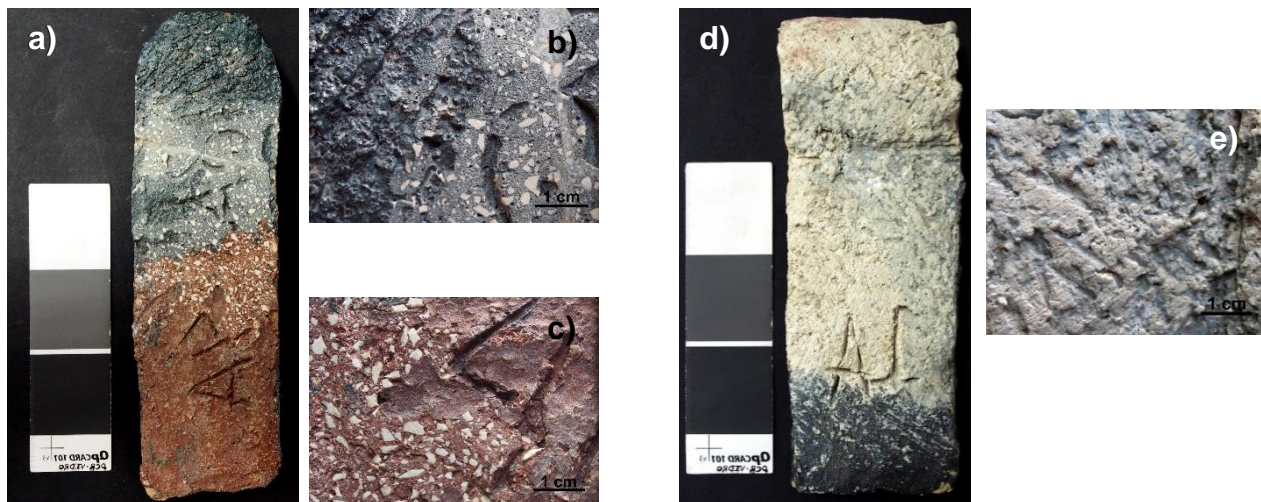
Data do 2º e-mail: 26 de dezembro 2017

**S.T.:** Foi colocada a hipótese de se refazer a obra em vez que se realizar a sua limpeza e gostaria de saber qual a sua opinião sobre o assunto?

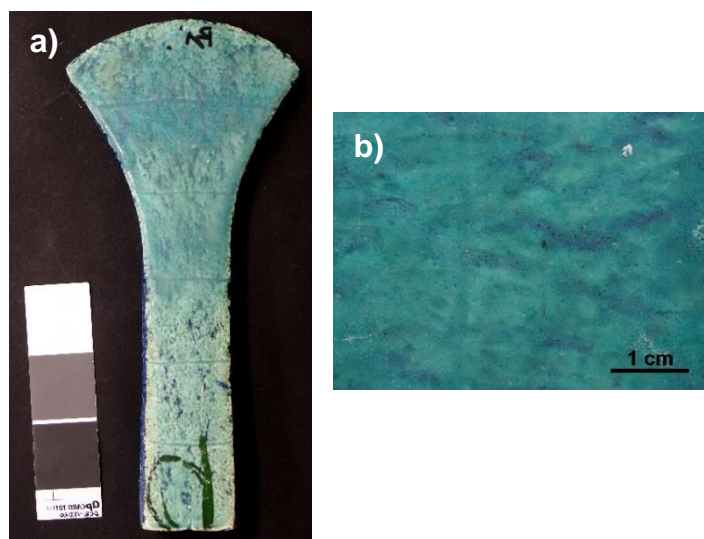
**V.F.:** Refazer a obra é fazer outra e é inoportuno. As obras nascem e morrem não faz sentido reporem-se.

## ANEXO V: MAQUETES TESTE PRODUZIDAS PELA ARTISTA UTILIZADAS NA CARACTERIZAÇÃO MATERIAL

No processo preparatório da produção da obra foram realizados diversos testes, para o estudo da compatibilidade das matérias e ensaiar os diversos acabamentos. Durante a entrevista, a artista Virgínia Fróis disponibilizou três maquetes (Fig XII e XIII) para estudo.

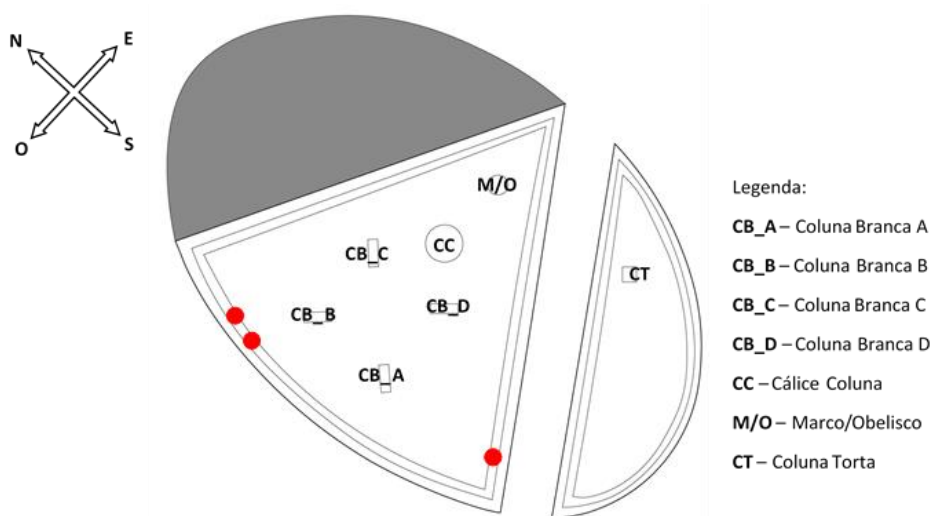


**Figura XIII** - a) e d) maquetes teste dos engobes coloridos (azul, vermelho e branco) produzidas pela artista durante a execução da obra (1993); b) e c) pormenor da superfície com e sem polimento dos engobes azul e vermelho, respetivamente e e) pormenor da superfície do engobe branco – efeito marmoreado.

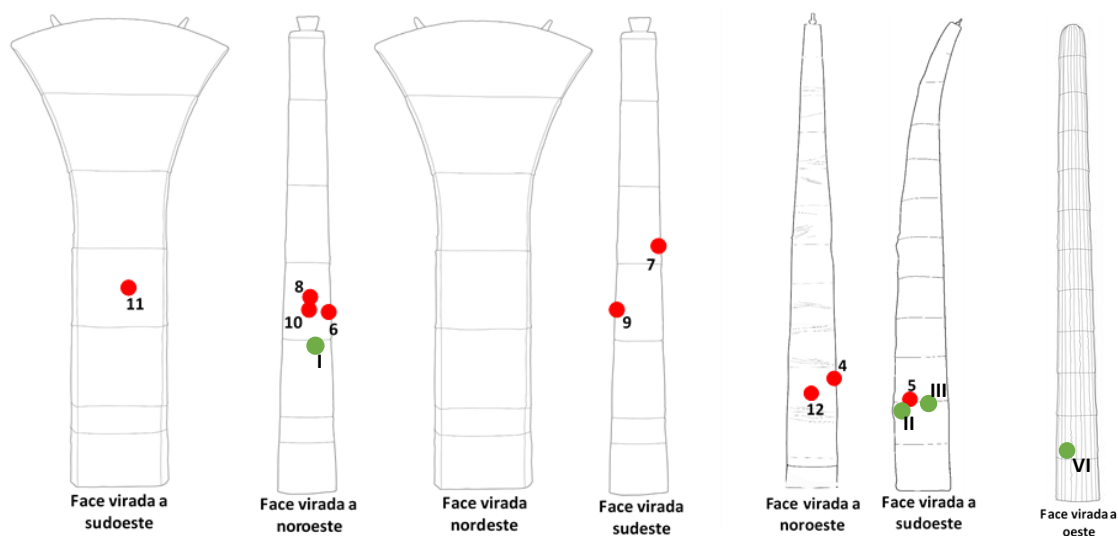


**Figura XIV** - a) maquete teste do vidrado azul turquesa produzida pela artista durante a execução da obra (1993) e b) pormenor da superfície do vidrado – efeito marmoreado conferido pelo engobe azul aguado sob o vidrado azul turquesa.

## ANEXO VI: MAPEAMENTOS DAS ÁREAS DA AMOSTRAGEM








**Figura XV** - Planta da obra *Monumento ao Associativismo Popular*. identificação de todos os elementos escultóricos – Colunas Brancas com face vidrada azul turquesa (CB), Cálice Coluna (CC), Marco/Obelisco (M/O) e Coluna Torta (CT). A vermelho encontram-se assinalados os locais de recolha das incrustações rugosas (Rug) no mosaico.



**Figura XVI** - Mapeamento da recolha de amostras dos materiais da obra (engobes coloridos azul, vermelho e branco e vidrado azul turquesa) indicadas a verde e amostras dos diferentes tipos de incrustação (identificadas na tabela II do presente anexo) indicadas a vermelho. A recolha foi realizada na Coluna Branca B (CB), Coluna Torta (CT) e Marco/Obelisco (M/O).

**Tabela IX** - Identificação das amostras recolhidas na obra, mapeadas na figura IV, dos diferentes tipos de incrustação presentes na obra.

Local de recolha	Denominação	Localização*	Nome das amostras	Fotografia
<b>Mosaico</b>	Amarela rugosa (Rug)	1	MAP_mosaico_Sul_1	
		2	MAP_mosaico_Oeste_1	
		3	MAP_mosaico_Oeste_2	
		13	MAP_mosaico_Oeste_3	
		14	MAP_mosaico_Oeste_4	
<b>Coluna Branca (CB)</b>	Amarela cerosa e cerosa/rugosa (ACer)	6	MAP_ColunaB_vidrado_1	
		9	MAP_ColunaB_vidrado_4	
		7	MAP_ColunaB_vidrado_2	
	Amarela empolada (AEmp)	8	MAP_ColunaB_vidrado_3	
		10	MAP_ColunaB_vidrado_5	
	Branca fina (BFin)	11	MAP_ColunaB_engobe_1	
<b>Coluna Torta (CT)</b>	Branca fina (BFin)	4	MAP_CTorta_vidrado_1	
		5	MAP_CTorta_engobe_1	

\* Localização no mapeamento (numeração)



## **ANEXO VII: MATERIAIS E MÉTODOS**

---

### **VII.I. Estéreo microscópio**

Utilizou-se um estéreo microscópio (ampliações entre os 7.1x e 115x), equipado com uma câmara digital Leica ICD e um sistema de luz em fibra-ótica Leica KI 1500LCD de forma a examinar a granulometria dos materiais originais e a morfologia das superfícies e seções a analisar por outras técnicas.

### **VII.II. Microscopia ótica**

Os materiais originais e reproduções foram examinados por microscopia ótica através do microscópio Zeiss Axioplan 2® equipado com iluminação de halogénio HAL100. As imagens foram registadas com equipamento fotográfico digital Nikon DXM1200F acoplado ao microscópio. A aquisição e o tratamento das imagens foram efetuados recorrendo ao ACT-1 (Automatic Camera Tamer). A superfície das amostras foi examinada em campo escuro de forma a obter informação relativamente à topografia e à cor dos engobes e vidrado. As seções das amostras dos vidrados originais foram examinadas em campo claro de forma a identificar as diferentes camadas que constituem as áreas vidradas da obra.

### **VII.III. Microscopia confocal de varrimento laser (MCVL)**

A microscopia confocal de varrimento laser foi utilizada para avaliar as alterações na superfície dos provetes das reproduções após os testes de eficácia e nocividade, através da rugosidade. As análises de Confocal foram realizadas no laboratório de caracterização da unidade de investigação CENIMAT|<sup>3</sup>N da FCT-UNL, através do microscópio LSM 700 da Carl Zeiss. A aquisição das imagens 3D foi realizada com a abertura mínima do detetor (pinhole) 0.3 au, ampliação de 100x, separação de camadas de 2.12 micron e laser UV de 405 nm (5 mW). O tratamento de imagens foi efetuado recorrendo ao *software ZEN black edition*.

### **VII.IV. Micro-espectroscopia de fluorescência de raios X dispersiva de energia ( $\mu$ -FRX-DE)**

A análise semi-quantitativa dos materiais originais e reproduções por fluorescência de raios X foi realizada com o espectrómetro ArtTAX Pro 800. O espectrómetro encontra-se equipado com uma ampola de molibdénio, com potencial máximo de 50 kV, intensidade máxima de corrente de 1 mA e potência máxima de 30 Watt. O feixe tem um diâmetro de ca. 70  $\mu$ m. O detetor é um semi-condutor de silício com uma resolução de 160 eV a 5,9 keV.

A análise dos espectros obtidos é efetuada por meio de um computador acoplado ao equipamento, através do programa ArtTAX Control Software. O equipamento deteta os elementos compreendidos entre o alumínio e o urânio, inclusive. As condições de análise utilizadas foram as seguintes: potencial de 40 kV, intensidade de corrente de 600  $\mu$ A, tempo de aquisição de 180s.

As análises foram feitas em atmosfera de hélio, de modo a melhorar a deteção dos elementos mais leves (Si e Al). Na análise semi-quantitativa, recorreu-se aos programas WinAxil para a desconvolução dos espectros e WinFund para a quantificação, tendo sido usados para calibração os padrões de argila certificados NIST 98b - Plastic Clay e NIST 679 - Brick Clay, no caso do corpo cerâmico e engobes, e os padrões de vidro CMOG A, B, e D, no caso do vidrado. Os limites de deteção para as condições de



análise utilizadas são aproximadamente 0.5 % m/m para o Al e o Si, e entre 20 e 100 ppm para o K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Ga, Rb, Sr, Ba e Pb. O erro associado à análise foi calculado para cada óxido e elemento através da análise destes mesmos padrões. Para os elementos de interesse obtiveram-se valores inferiores a 5% para o Al, Si, K, Ti e Fe, inferiores a 15% para o Ca e superiores a 15% para o Sr. Nos vidrados, obtiveram-se valores inferiores a 5% para o Si, inferiores a 10% para o Al, Ca, Cu, K, Fe, Mn, Sr, Ti, Zn e Ba, e superiores a 25% para os elementos traço Rb, Sn e Pb.

#### **VII.V. Microscopia Raman ( $\mu$ -Raman)**

As amostras de incrustação e os materiais de revestimento (amostras recolhidas e reproduções) foram analisadas mineralogicamente por  $\mu$ -Raman, através do espectrómetro Horiba Jobin Yvon, modelo LabRaman 300. A aquisição foi feita com os lasers: 785 nm (100 mW) e um laser de estado sólido com excitação a 532 nm (500 mW). O foco do laser foi auxiliado pela objetiva Olympus com ampliação a 50x ou 100x. A intensidade do laser foi alterada através de filtros de densidade neutros (densidade óticas utilizadas: 0,3 e 0,6).

#### **VII.VI. Micro-espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier ( $\mu$ -FTIR)**

Os espectros de infravermelho foram adquiridos num espectrofotómetro Nicolet Nexus, equipado com um microscópio Nicolet Continuum e um detetor de mercúrio-cádmio-telúrio (MCT) arrefecido com azoto líquido. Os espectros realizados nas incrustações calcárias sobre janelas de KBr foram adquiridos em modo de transmissão entre os 400-4000 nm, com uma resolução de 8 cm<sup>-1</sup> e efetuados em 128 scans.

#### **VII.VII. Colorimetria**

As medições de cor, pela técnica da colorimetria, foram realizadas com um espectrofotómetro portátil Datacolor International, nas seguintes condições: lâmpada de Xénon; padrões de calibração preto e branco; iluminante D65; ângulo de observação de 10°; modo Specular excluded. As coordenadas colorimétricas do sistema CIELAB (L\*, a\*, b\*) foram medidas colocando uma máscara com três orifícios sobre as amostras para minimizar a variação causada pela heterogeneidade das amostras. Em cada replicado foram medidas três áreas, sendo a medida de cada área repetida três vezes. Devido à heterogeneidade da superfície dos provetes, foi realizada uma análise de variância (ANOVA) com o software Microsoft Excel 2010 for Windows comparando individualmente as coordenadas de cada ponto antes e depois do tratamento. A variação da cor após o tratamento foi calculada através da variação das coordenadas L\*, a\* e b\* (representadas por  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  e  $\Delta b^*$ ) para cada ponto, sendo esta a diferença entre o valor antes da aplicação do método de limpeza e o valor após a aplicação. A variação total da cor ( $\Delta E$ ) foi calculada através da seguinte equação [39]:  $\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$ .

## ANEXO VIII: REPRODUÇÃO DOS MATERIAIS DA OBRA MAP – PARTE EXPERIMENTAL

Foram realizadas reproduções dos engobes pastosos azul, vermelho e branco e do vidrado azul turquesa claro, a fim de apreender o processo de produção e realizar provetes para os ensaios de nocividade dos métodos de limpeza selecionados. As reproduções foram realizadas com base no receituário apresentado na Tabela X, de acordo com as instruções da artista, que também auxiliou no processo de manufatura.

**Tabela X** - Receituário dos diferentes materiais utilizados na obra “Monumento ao Associativismo Popular”, formulado pela artista Virgínia Fróis juntamente com a fábrica da ABRIGADA em 1993 (Receituário V.F.), e receituário das reproduções desses mesmos materiais produzidas com a artista em 2017 (Receituário Repr.).

	Receituário V. F.	Receituário Repr.	%	Composição das matérias-primas utilizadas nas reproduções
Corpo cerâmico	Barro de Abuxanas	Barro de Aguada, de 2ª, Moído	30%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 22,8%; SiO <sub>2</sub> 69,5%; Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 2,37%; Alcalis 3,45%; perda ao rubro 5,95%
	Barro M	Barro – M Moído (Caniceira)	30%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 30,5%; SiO <sub>2</sub> 61%; Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 2,8%; Alcalis 2,6%; perda ao rubro 12,6%
	Caco de porcelana de isoladores 0-3.5mm (CR6)	Caco de porcelana Mesa 0-2mm	38%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 25,01%; SiO <sub>2</sub> 69,7%; Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,7%; TiO <sub>2</sub> 0,1%; MgO 0,2%; Alcalis 4,7%
	Frita Fritex Ref. TRP-1	Frita TR 115 - FERRO®	2%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (A); SiO <sub>2</sub> (A); B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (M); Na <sub>2</sub> O (M); K <sub>2</sub> O (M); CaO (A); MgO (M); ZrO <sub>2</sub> (B); BaO (B)
Engobe branco	Caulino	Caulino	50%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .2SiO <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O
	Sílica (DF200)	Sílica	10%	SiO <sub>2</sub>
	Feldspato petalite	Feldspato petalite	10%	Li <sub>2</sub> O.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .8SiO <sub>2</sub>
	Chamote E (MO -2)	Chamote (pó)	30%	Não existe informação sobre a sua composição.
Engobe vermelho	Pasta refratária	Pasta refratária	97%	Refere-se à pasta utilizada no corpo cerâmico
	Óxido de ferro (VRM 138)	Óxido de ferro	3%	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Engobe azul	Pasta refratária	Pasta refratária	85%	Refere-se à pasta utilizada no corpo cerâmico
	Feldspato petalite	Feldspato petalite	12%	Li <sub>2</sub> O.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .8SiO <sub>2</sub>
	Óxido de cobalto	Óxido de cobalto	3%	CoO
Engobe castanho	Pasta refratária		90%	
	Magnésio (composto não identificado no receituário)	Não foi realizada reprodução	7%	
	Feldspato		3%	
Engobe aguçado azul escuro	Caulino	Caulino	80%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .2SiO <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O
	Óxido de cobre	Óxido de cobre	0,8%	CuO
	Óxido de cobalto	Óxido de cobalto	3,2%	CoO
	TR 105 - FERRO®	TR 105 - FERRO®	16%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (A); SiO <sub>2</sub> (A); B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (A); Na <sub>2</sub> O (M); K <sub>2</sub> O (B); CaO (M); MgO (B); ZrO <sub>2</sub> (B); BaO (M)
Engobe aguçado azul claro	Caulino	Caulino	80%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .2SiO <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O
	Óxido de cobre	Óxido de cobre	2%	CuO
	Óxido de cobalto	Óxido de cobalto	1%	CoO
	TR 105 - FERRO®	TR 105 - FERRO®	10%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (A); SiO <sub>2</sub> (A); B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (A); Na <sub>2</sub> O (M); K <sub>2</sub> O (B); CaO (M); MgO (B); ZrO <sub>2</sub> (B); BaO (M)
Vidrado azul turquesa claro	Carbonato de bário	Carbonato de bário	19%	BaCO <sub>3</sub>
	Feldspato petalite	Feldspato petalite	67%	Li <sub>2</sub> O.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .8SiO <sub>2</sub>
	Óxido de zinco	Óxido de zinco	3%	ZnO
	Óxido de cobre	Óxido de cobre	1,6%	CuO
	TR 109 - FERRO®	TR 109 - FERRO®	5%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (M); SiO <sub>2</sub> (A); Na <sub>2</sub> O (A); K <sub>2</sub> O (M); CaO (M); ZnO (A)
	Caulino	Caulino	3%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .2SiO <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O
Vidrado azul turquesa escuro	Carbonato de cálcio	Carbonato de cálcio	3%	CaCO <sub>3</sub>
	Carbonato de bário		19%	BaCO <sub>3</sub>
	Feldspato petalite		67%	Li <sub>2</sub> O.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .8SiO <sub>2</sub>
	Óxido de zinco		3%	ZnO
	Óxido de cobre	Não foi realizada reprodução	2,5%	CuO
	TR 109 - FERRO®		6%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (M); SiO <sub>2</sub> (A); Na <sub>2</sub> O (A); K <sub>2</sub> O (M); CaO (M); ZnO (A)
	Caulino		3%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .2SiO <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O
	Carbonato de cálcio		3%	CaCO <sub>3</sub>

(A) - alto teor (superior a 8%); (M) - médio teor (entre 8% e 2%); (B) - baixo teor (inferior 2%)

### **VIII.I. Corpo cerâmico**

Em primeira instância pesaram-se todos as matérias-primas (em pó): 3000 g de barro da Aguada, 3000 g de barro M, 3800 g de caco de porcelana e 200 g de frita de vidro TR 115 FERRO. De seguida, misturaram-se muito bem os pós, adicionou-se água e amassou-se a mistura até se obter uma pasta consistente. Com a pasta já amassada estenderam-se 10 lastras com 1,5 cm de altura e deixaram-se a secar durante uma semana, sempre cobertas com plásticos para manter alguma humidade nas mesmas. Deve ter-se em conta que a experiência foi realizada entre os meses de fevereiro e março, altura em que o clima ainda é húmido, levando a uma secagem mais lenta das lastras.

### **VIII.II. Engobes pastosos coloridos**

A base dos engobes vermelho e azul é a pasta do corpo cerâmico, descrita acima. Preparou-se 2000 g de pasta. Para o engobe vermelho pesou-se 970 g da pasta e adicionou-se 30 g de óxido de ferro (Figura XIV a) e b)); para o engobe azul pesou-se 850 g de pasta, 120 g de feldspato petalite e 30 g de óxido de cobalto. De seguida, todos os pós foram bem misturados e adicionada água até se obter uma consistência pastosa. Para o engobe branco foram pesados 2,5 g de caulino, 0,5 g de sílica em pó, 0,5 g de feldspato petalite e 1,5 g de chamote de porcelana em pó. Tal como nos restantes engobes foi adicionada água à mistura e amassada até se obter uma consistência pastosa.

### **VIII.III. Engobe azul aguado**

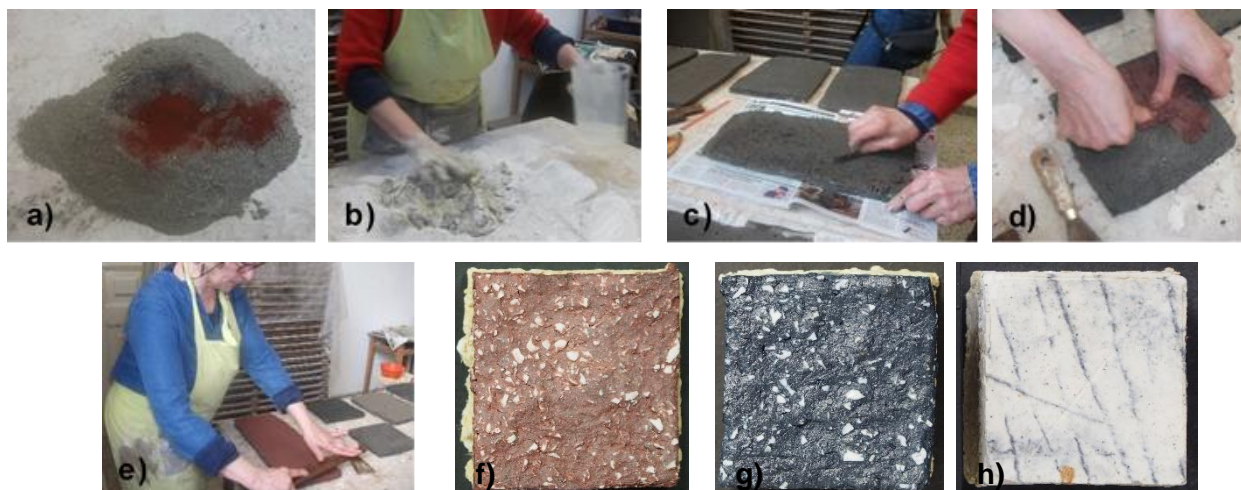
Foram preparados dois engobes aguados: engobe azul escuro e engobe azul claro. Para tal, foram pesados 400 g de caulino, 4 g de óxido de cobre, 16g de óxido de cobalto e 80 g de TR 105 FERRO, para o engobe azul escuro, e 500 g de caulino, 10 g de óxido de cobre, 5 g de óxido de cobalto e 50 g de TR 105 FERRO, para o engobe azul claro. Após misturadas todas as matérias-primas foi adicionada água à mistura e envolvida com uma varinha mágica até se obter um engobe fluido, sem grumos e com aspeto cremoso.

### **VIII.IV. Vidrados**

Foi apenas reproduzido o vidrado azul turquesa claro, uma vez que a composição de ambos os vidrados é semelhante, variando apenas a concentração de colorante (óxido de cobre). Para tal, foram pesados, 95 g de carbonato de bário, 335 g de feldspato petalite, 15 g de óxido de zinco, 12,5 g de óxido de cobre, 25 g de TR 109 FERRO, 15 g de caulino e 15 g de carbonato de cálcio. A fim de se obter uma mistura homogênea as matérias-primas foram misturadas numa misturadora (TURBULA®) durante 1 hora e moídas num moinho de ágata (Retsch® RM200) durante 15 minutos.

### **VIII.V. Aplicação dos revestimentos**

Os engobes pastosos aplicaram-se manualmente sobre as lastras já preparadas, ainda húmidas. As superfícies das lastras foram previamente raspadas de forma a obter-se uma melhor aderência dos revestimentos à pasta (Fig. XIII c). A aplicação foi feita diretamente sobre a lastra sem o auxílio de ferramentas (Fig. XIII d-e).



**Figura XVII** – Processo de reprodução do engobe pastoso vermelho: a) e b) formulação da pasta de engobe, c) preparação da lastra para receber o engobe, d) e e) aplicação do engobe vermelho sobre a lastra pela artista, f), g) e h) reproduções dos engobes vermelho, azul e branco após a cozedura.

Após a aplicação, os engobes vermelho e azul foram deixados a secar, até atingirem o ponto de couro. De seguida, as lastras foram cortadas em provetes de 3,5 x 3,5 cm.

De forma a obter-se o efeito marmoreado presente nas faces das Colunas Brancas, o engobe branco foi esgrafitado, quando atingiu o ponto de couro na secagem, criando-se sulcos na superfície. Sobre as superfícies esgrafitadas aplicaram-se depois os engobes aguados azul escuro e azul claro com auxílio de uma esponja. O excesso de engobe na superfície foi depois retirado passando levemente com uma régua por toda a superfície, por forma a garantir assim que a cor azul ficasse retida apenas nos sulcos. De seguida, foram cortados provetes 3 x 3 cm. O vidrado foi aplicado em lastras com engobe branco com os sulcos esgrafitados corados com engobe azul. Estas lastras foram cortadas em provetes 2,5 x 2,5 cm.

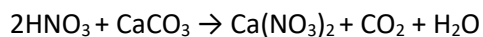
Antes da aplicação do vidrado, a superfícies dos provetes foi lixada com um esfregão de arame, para se obter uma melhor aderência do vidrado ao engobe. A aplicação final do vidrado foi feita a pincel, apenas com uma aplicação (uma camada) e alisada com uma lixa de Micro-mesh® 6000, uma vez que com a técnica de aerógrafo, descrita no Anexo I – Produção dos elementos escultóricos, não se conseguiu obter o efeito mate descrito pela artista. Foram ainda realizados vários testes de aplicação: banho de cortina, vidrado em pó ou pasta, etc. e com várias espessuras de vidrado.

#### **VIII.VI. Cozedura**

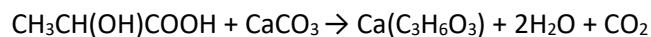
A cozedura de todos os provetes foi realizada no forno elétrico Modelo E-B (BARRACHA®), em monocozedura. O ciclo de cozedura dos provetes foi de 12 horas até ao 1220° C, patamar de 1 hora a 1220° C e arrefecimento até à temperatura ambiente. A monocozedura final utilizada para os provetes de vidrado foi com o ciclo de 3 horas até 300°C, 3 horas até 600°C, 2 horas até 1195°C sem patamar e arrefecimento até à temperatura ambiente.

## ANEXO IX: AÇÃO DOS PRODUTOS DE LIMPEZA NA REMOÇÃO DE CARBONATO DE CÁLCIO (CaCO<sub>3</sub>)

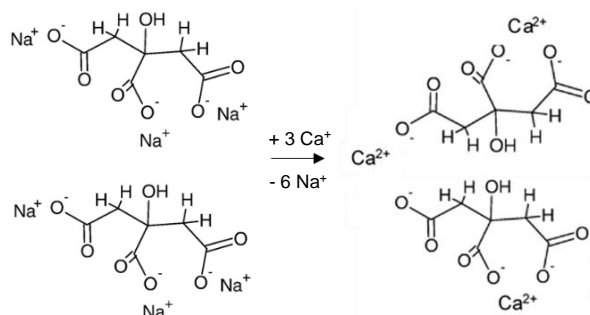
### IX.I. Ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>)



### IX.II. Ácido láctico (CH<sub>3</sub>CH(OH)COOH)

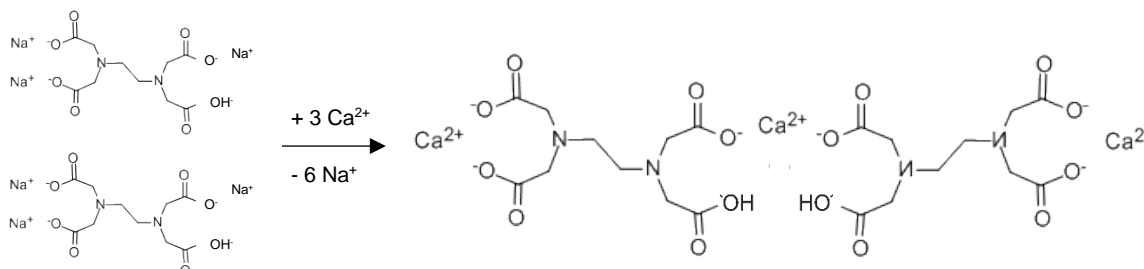


### IX.III. Citrato trissódico (Na<sub>3</sub>C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>O<sub>7</sub>)



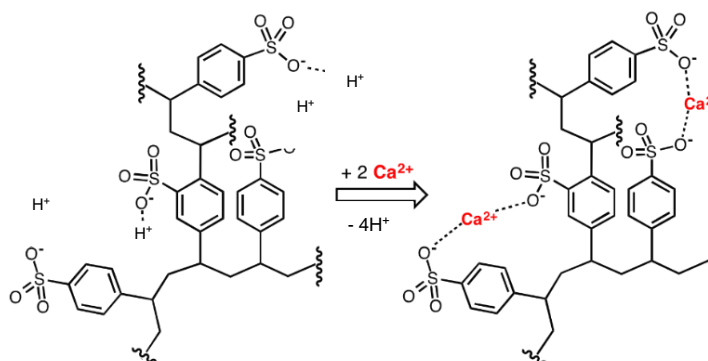
**Figura XVIII** - Proposta da ação do citrato trissódico na remoção de íons Ca<sup>2+</sup> constituintes das incrustações calcárias com base em [45].

### IX.IV. Ácido etilenodiamina tetra-acético trissódico (Na<sub>3</sub>EDTA)



**Figura XIX** - Proposta da ação do ácido etilenodiamina tetra-acético trissódico na remoção de íons de Ca<sup>2+</sup> constituintes das incrustações calcárias.

### IX.V. Resina de troca iônica



**Figura XX** - Esquema ilustrativo da ação de uma resina de permuta iônica (catiônica) na remoção de íons de Ca<sup>2+</sup> (<http://www.ionicsystems.com/en/resin.php>).

## ANEXO X: ENSAIO DE CONDUTIVIDADE

O ensaio foi realizado a 2 provetes controlo, sem qualquer tipo de tratamento, 3 provetes com aplicação de agar-agar preparada com água destilada, 3 com aplicação de Na<sub>3</sub>EDTA e 3 com aplicação de Kalkrent. Cada provete foi colocado durante uma noite num recipiente com 200 ml de água destilada (cobrindo o provete), no dia seguinte os provetes foram retirados dos recipientes e foi medida a condutividade da água, apresentada na Tabela IX.

**Tabela XI** - Medidas de condutividade dos provetes de engobe branco sem tratamento (controlo e agar-agar) e com tratamento (Na<sub>3</sub>EDTA e Kalkrent).

Condutividade			
Controlo	Agar-Agar	Na <sub>3</sub> EDTA	Kalkrent
3,4 x 10 $\mu$ S	3,4 x 10 $\mu$ S	0,9 x 100 $\mu$ S	1,4 x 100 $\mu$ S
4,0 x 10 $\mu$ S	3,6 x 10 $\mu$ S	1,3 x 100 $\mu$ S	1,0 x 100 $\mu$ S
	3,7 x 10 $\mu$ S	1,2 x 100 $\mu$ S	1,1 x 100 $\mu$ S

## ANEXO XI: COLORIMETRIA DOS ENSAIOS DE EFICÁCIA E NOCIVIDADE

**Tabela XII** - Valores de colorimetria após o ensaio de nocividade dos métodos químicos/ via húmida em variação de coordenadas L\*, a\*, b\* ( $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$ ) e média de variação total de cor ( $\Delta E_{Lab}$ ) e respetivo desvio padrão.

		HNO <sub>3</sub>			Kalkrent			Na <sub>3</sub> EDTA pH7			Ionex H		
		ΔL*	Δa*	Δb*	ΔL*	Δa*	Δb*	ΔL*	Δa*	Δb*	ΔL*	Δa*	Δb*
VID	Med.	4,12*	-1,66*	-0,87*	0,22*	-0,30*	-0,64*	-0,57*	-0,68*	0,39*	1,81*	0,11*	-0,36*
	Desv. P	2,11	0,50	0,26	2,90	1,65	1,22	3,72	0,26	0,72	1,03	0,76	1,11
	Med.	3,33*	1,74*	0,31*	0,58*	-0,84*	-0,64*	0,71*	-0,29*	0,85*	4,32*	-0,26*	-1,98*
	Desv. P	2,07	0,83	0,26	0,32	0,89	0,90	1,92	1,11	0,62	6,20	2,75	2,76
	Med.	1,74*	-0,63*	-2,11*	0,18*	-0,31*	-1,38*	-2,85*	0,74*	0,71*	0,57*	0,11*	-0,38*
	Desv. P	0,88	1,26	1,28	3,17	1,86	0,51	7,00	3,59	0,58	1,43	1,17	1,00
		ΔE			ΔE			ΔE			ΔE		
	Med.	4,0			2,9			3,8			3,0		
	Desv. P	1,8			2,3			1,7			1,5		
		ΔL*	Δa*	Δb*	ΔL*	Δa*	Δb*	ΔL*	Δa*	Δb*	ΔL*	Δa*	Δb*
ENG_A	Med.	-3,63	-0,61	0,42	1,87	-0,11	-0,31	1,05	-0,17	0,27	-1,93	-0,13	0,15
	Desv. P	2,35	0,07	0,63	2,82	0,35	0,12	2,22	0,30	0,46	2,23	0,17	0,07
	Med.	-0,09	0,02	0,11	-2,10	-0,05	0,19	-0,61	-0,33	0,15	1,96	0,17	0,02
	Desv. P	0,92	0,26	0,15	1,68	0,16	0,20	0,63	0,18	0,22	1,32	0,38	0,33
	Med.	-1,42	-0,03	-0,08	-0,10	0,24	-0,07	-0,95	0,19	0,10	1,68	0,14	-0,05
	Desv. P	2,09	0,20	0,44	0,23	0,13	0,26	0,31	0,39	0,01	2,66	0,40	0,09
		ΔE			ΔE			ΔE			ΔE		
	Med.	2,3			1,2			1,2			2,4		
	Desv. P	2,1			1,8			1,3			1,7		
		ΔL*	Δa*	Δb*	ΔL*	Δa*	Δb*	ΔL*	Δa*	Δb*	ΔL*	Δa*	Δb*
ENG_V	Med.	-0,87	0,34	0,54	0,68	0,05	0,08	0,51	-0,14	0,20	0,66	0,45	0,31
	Desv. P	1,14	0,20	0,46	0,53	0,60	0,41	0,65	0,13	0,05	1,61	0,41	0,16
	Med.	-0,79	0,05	0,16	-1,09	0,61	-0,46	0,66	-0,72	-0,13	-0,11	0,16	-0,19
	Desv. P	1,47	0,58	0,12	2,42	0,95	0,09	2,23	0,63	0,45	1,17	0,46	0,24
	Med.	1,18	-0,18	0,57	0,74	-0,08	0,03	0,39	0,04	0,10	-0,75	0,33	0,00
	Desv. P	2,66	0,49	0,31	0,63	0,38	0,09	1,62	1,03	0,50	1,42	0,48	0,06
		ΔE			ΔE			ΔE			ΔE		
	Med.	1,8			1,6			1,7			1,5		
	Desv. P	1,4			1,2			1,1			0,7		
		ΔL*	Δa*	Δb*	ΔL*	Δa*	Δb*	ΔL*	Δa*	Δb*	ΔL*	Δa*	Δb*
ENG_B	Med.	-1,76	-0,13	0,05	-1,15	-0,06	-0,11	0,85	0,12	1,61	-1,17	-0,19	0,84
	Desv. P	0,57	0,02	0,26	2,02	0,14	1,15	1,93	0,00	0,98	0,32	0,08	0,67
	Med.	-0,57	-0,02	1,12	-1,85	0,12	-0,08	-0,85	0,05	0,87	-0,55	-0,39	0,84
	Desv. P	0,81	0,04	0,48	1,79	0,16	0,43	1,52	0,04	0,70	0,34	0,20	1,17
	Med.	3,29	-0,07	2,60	0,83	0,07	1,17	-1,66	0,16	0,90	-4,31	-1,18	-0,80
	Desv. P	2,38	0,14	1,09	1,72	0,10	0,96	0,64	0,21	0,74	3,97	0,03	1,69
		ΔE			ΔE			ΔE			ΔE		
	Med.	3,1			2,0			2,1			2,7		
	Desv. P	2,4			1,7			1,1			2,9		
		ΔL*	Δa*	Δb*	ΔL*	Δa*	Δb*	ΔL*	Δa*	Δb*	ΔL*	Δa*	Δb*

\* valores significativamente diferentes (valor de p < 0,05)

**Tabela XIII** - Valores de colorimetria após o ensaio de nocividade do método mecânico em variação de coordenadas L\*, a\*, b\* ( $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$ ) e média de variação total de cor ( $\Delta E_{Lab}$ ) e respetivo desvio padrão.

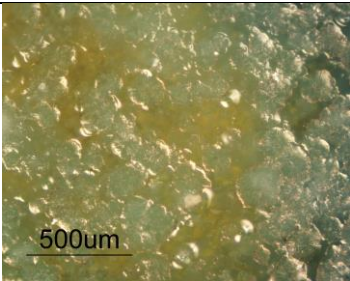
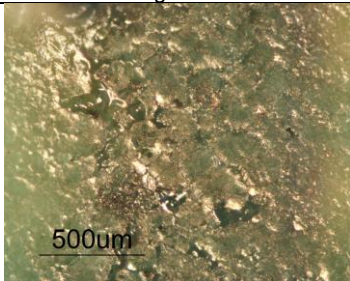
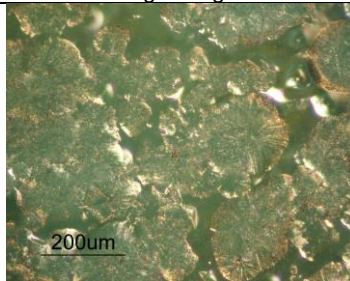
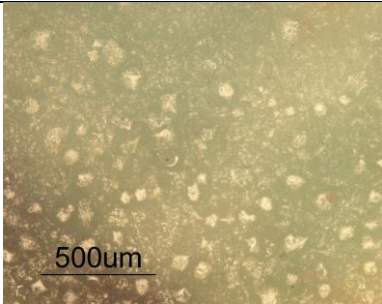
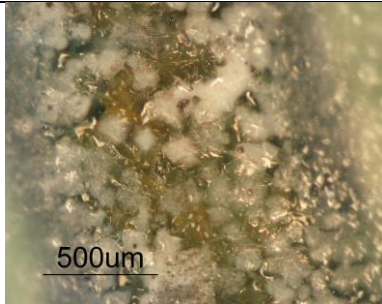
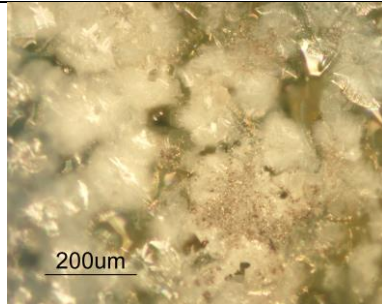
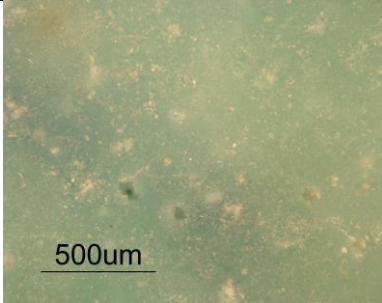
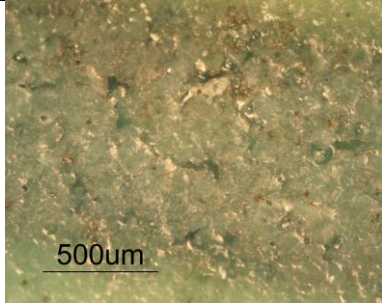
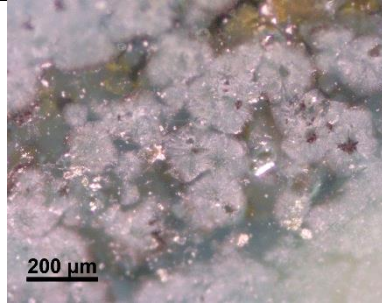
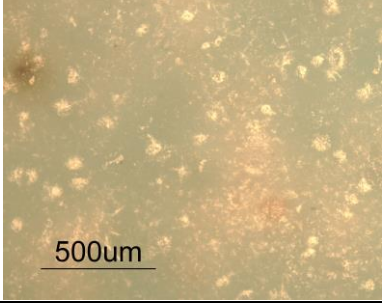
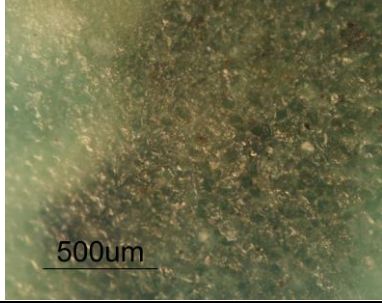
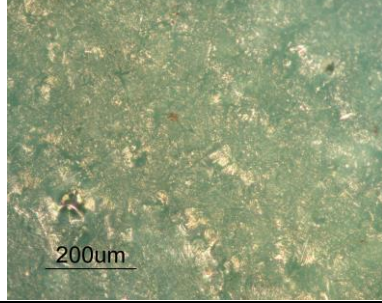
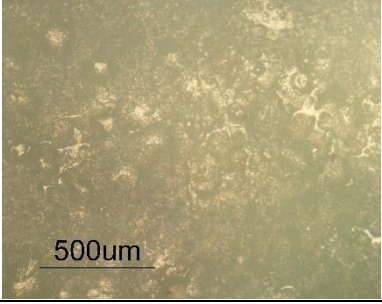
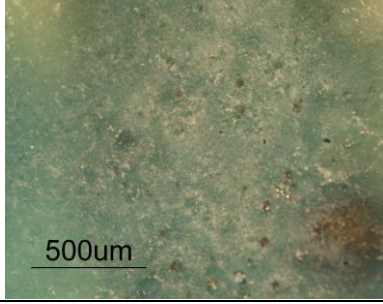
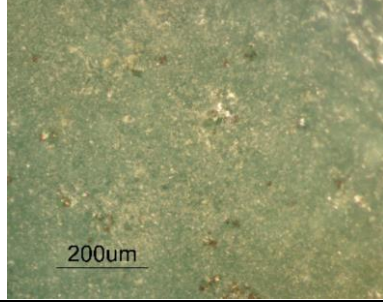
		ENG_A			ENG_V			ENG_B			VID		
		$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$
Areia	Med.	<b>-0,26*</b>	<b>-2,74*</b>	<b>-3,74*</b>	<b>6,61*</b>	<b>-4,07*</b>	<b>-4,13*</b>	<b>-4,81*</b>	<b>0,14*</b>	<b>-2,21*</b>	<b>4,02*</b>	<b>3,96*</b>	<b>2,40*</b>
	Desv. P	2,77	0,28	0,37	2,55	1,18	0,89	2,68	0,12	0,78	1,08	0,38	0,29
		$\Delta E$			$\Delta E$			$\Delta E$			$\Delta E$		
	Med.	<b>5,0</b>			<b>8,81</b>			<b>5,31</b>			<b>6,2</b>		
Alumina	Desv. P	0,2			2,87			2,75			1,1		
		$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$
	Med.	<b>3,28*</b>	<b>-3,23*</b>	<b>-3,61*</b>	<b>8,64*</b>	<b>-3,77*</b>	<b>-3,35*</b>	<b>2,18*</b>	<b>0,41*</b>	<b>0,38*</b>	<b>12,17*</b>	<b>3,82*</b>	<b>1,46*</b>
	Desv. P	0,38	0,31	0,05	1,61	0,03	0,50	1,97	0,11	0,56	4,00	0,68	2,54
Caroço de bêssão		$\Delta E$			$\Delta E$			$\Delta E$			$\Delta E$		
	Med.	<b>5,87</b>			<b>10,07</b>			<b>2,35</b>			<b>13,04</b>		
	Desv. P	0,01			1,20			1,94			4,21		
		$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$
Caroço de bêssão	Med.	<b>-1,25*</b>	<b>0,07*</b>	<b>0,34*</b>	<b>1,47*</b>	<b>-1,81*</b>	<b>-0,27*</b>	<b>-3,04*</b>	<b>0,27*</b>	<b>0,19*</b>	<b>-0,84*</b>	<b>0,48*</b>	<b>0,37*</b>
	Desv. P	0,49	0,51	0,02	0,93	0,97	0,67	3,04	0,07	0,61	1,14	0,18	0,06
		$\Delta E$			$\Delta E$			$\Delta E$			$\Delta E$		
	Med.	<b>1,40</b>			<b>2,43</b>			<b>3,47</b>			<b>1,41</b>		
Caroço de bêssão	Desv. P	0,47			1,35			2,65			0,61		

\* valores significativamente diferentes (valor de  $p < 0,05$ )



## ANEXO XII: MICROSCOPIA ÓTICA (MO) – ENSAIO NOCIVIDADE

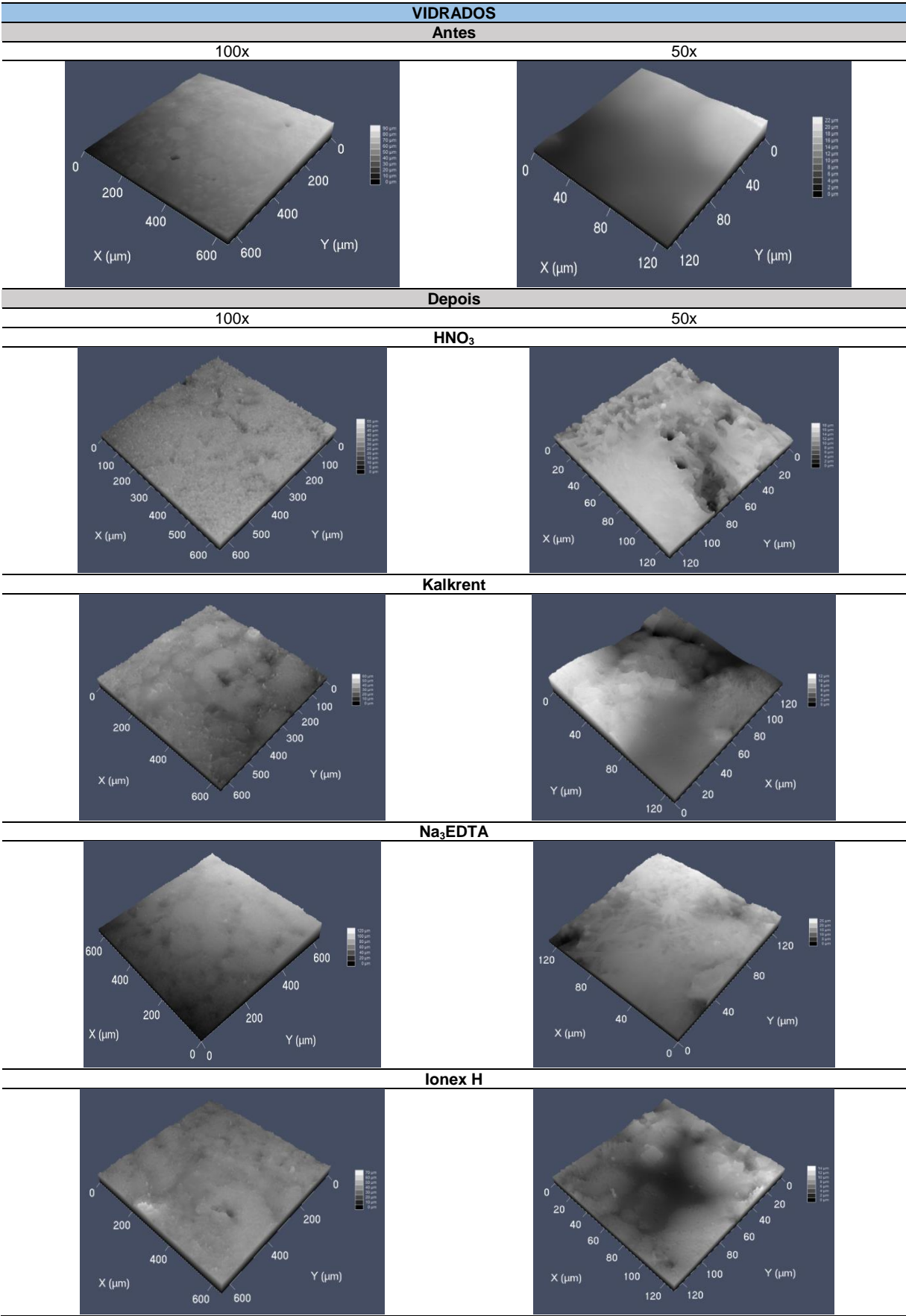
**Tabela XIV** - Microfotografias da superfície dos provetes das reproduções de vidro antes e após o ensaio de nocividade dos métodos químicos/via húmida em campo escuro.

Imagens representativas do vidro antes do ensaio		
Vitrado sobre engobe	Vitrado sobre a risca azul do engobe aguado	Ampliação vitrado sobre a risca azul do engobe aguado
		
Imagens após a aplicação dos produtos		
Vitrado sobre engobe	Vitrado sobre a risca azul do engobe aguado	Ampliação vitrado sobre a risca azul do engobe aguado
<b>HNO<sub>3</sub></b>		
		
<b>Kalkrent</b>		
		
<b>Na<sub>3</sub>EDTA</b>		
		
<b>Ionex H</b>		
		



**ANEXO XIII: MICROSCOPIA CONFOCAL DE VARRIMENTO LASER (MCVL) - ENSAIO DE NOCIVIDADE**

**Tabela XV** - Imagens da superfície das reproduções de vidro antes e após o ensaio de nocividade dos métodos químicos/via húmidas através de MCVL.



**Tabela XVI** - Imagens da superfície das reproduções de engobe colorido antes e após o ensaio de nocividade dos métodos químicos/via húmidas através de MCVL.

